Die

PNEUMATISCHE BEHANDLUNG

der

LUNGEN- UND HERZKRANKHEITEN.

Von

DR. JOH. SCHNITZLER.

Zweite durch einen Nachtrag vermehrte Auflage.

Mit 4 Holzschnitten.

WIEN, 1877.
URBAN & SCHWARZENBERG,
MAXIMILIANSTRASSE NR. 4.

Vorwort

zur zweiten Auflage

Die folgenden Blätter bringen einen durch einen „Nachtrag" erweiterten Wiederabdruck meiner in der „Wiener Klinik" vom Jahre 1875 veröffentlichten Vorträge „über die pneumatische Behandlung der Lungen- und Herzkrankheiten".

Die kleine Arbeit fand trotz, oder vielleicht auch gerade in Folge ihrer anspruchlosen Form eine ausserordentlich freundliche Aufnahme. Die meisten Fachblätter des In- und Auslandes widmeten ihr Worte der Anerkennung und wurde ihr ausserdem die Auszeichnung zu Theil, in mehrere Sprachen übersetzt zu werden.

Nachdem die ungewöhnlich starke erste Auflage von 4000 Exemplaren bereits seit Monaten gänzlich vergriffen ist, und ich jetzt, durch anderweitige Arbeiten zu sehr in Anspruch genommen, zu der ursprünglich beabsichtigten weitläufigeren Ausführung dieses Gegenstandes keine Zeit finde, habe ich dem Drängen meiner Verleger nachgegeben und mich zur Herausgabe der zweiten Auflage in der vorliegenden Form entschlossen.

Indem somit diese Auflage ein fast unveränderter Abdruck einer bereits vor Jahresfrist erschienenen Arbeit ist, halte ich die Bemerkung nicht für überflüssig, dass sich seitdem meine Ansichten

über die pneumatische Heilmethode nicht geändert haben. Sowohl meine eigenen weiteren Erfahrungen, wie auch die Publikationen Anderer haben diese nur noch mehr bestätigt.

Wie früher finde ich auch jetzt noch in der rationellen Anwendung verdichteter und verdünnter Luft ein höchst wirksames Agens zur Ausgleichung und Behebung funktioneller Störungen in den Athmungs- und Kreislaufsorganen; aber wie früher möchte ich auch jetzt vor zu hoch gespannten Erwartungen warnen, wie sie im Uebereifer für die neue Heilmethode von einzelnen Autoren angeregt wurden.

WIEN, den 30. September 1876.

Joh. Schnitzler.

I. *)

Meine Herren! Sie haben nunmehr eine grosse Reihe von Kranken beobachtet, bei denen wir, je nach der speziellen Indikation, theils verdichtete, theils verdünnte Luft angewendet haben, und Sie konnten sich auch in der Mehrzahl der Fälle von dem günstigen Resultate dieser Heilmethode überzeugen, so dass es mir an der Zeit scheint, Ihnen eine übersichtliche kritische Darstellung des gegenwärtigen Standes der Frage über den Werth der „mechanischen" oder „pneumatischen" Therapie namentlich bei Lungen- und Herzkrankheiten zu entwerfen.

Die Idee, bei Kranken verdichtete und verdünnte Luft anzuwenden, ist durchaus nicht neu.

Die mannigfachen Erscheinungen, die man von jeher bei Personen beobachtete, von denen die Einen in unterirdischen Schachten arbeiteten oder in der Taucherglocke in die Meerestiefe hinabstiegen, die Anderen auf hohen Bergen lebten oder im Ballon in die Lüfte emporschwebten, mussten die Aerzte naturgemäss auf die Idee bringen, den Einfluss, den dort der erhöhte, hier der verminderte Luftdruck auf den menschlichen Organismus, insbesondere auf die Athmung und den Kreislauf ausüben, auch therapeutisch zu verwerthen.

Um nicht allzuweit zurückgreifen zu müssen, wollen wir hier ganz absehen davon, dass die Veränderung in der Dichtigkeit der Atmosphäre bereits seit den ältesten Zeiten mit ein wichtiges Moment bei der Wahl eines klimatischen Aufenthaltes für Kranke war, und gehen gleich zur Betrachtung jener Vorrichtungen und Hilfsmittel über, welche die Aerzte ersonnen haben, um nach Willkür, oder vielmehr nach Bedarf die Luft verdichten oder verdünnen zu können, um die Kranken unter beliebigem Luftdrucke athmen zu lassen.

Bereits im Jahre 1664 konstruirte ein englischer Arzt, Namens HENSHAW, einen Apparat, in dem er Kranke nach Belieben verdichtete und ver-

*) Vorgetragen an der allgem. Poliklinik in Wien, im Mai 1875.

dünnte Luft gebrauchen lassen konnte. Indess war nicht nur das „Domicilium" von HENSHAW sehr primitiv, es waren dies noch weit mehr die Indikationen für die Anwendung desselben: bei akuten Krankheiten verdichtete, bei chronischen verdünnte Luft durch mehrere Stunden des Tages.

Die Sache fand nur wenig Anklang und gerieth bald in gänzliche Vergessenheit.

Erst 200 Jahre später wurde die Idee wieder aufgenommen, und zwar wurde fast gleichzeitig von JUNOD (1834), TABARIÉ (1838) und PRAVAZ (1840) die Wirkung der verdichteten und verdünnten Luft auf den menschlichen Organismus studirt und deren Anwendung zu therapeutischen Zwecken empfohlen. Der Physiker TABARIÉ errichtete im Jahre 1840 in Montpellier die erste pneumatische Anstalt und der Kliniker BERTIN, der die ärztliche Leitung hatte, veröffentlichte im Jahre 1855 die Resultate 15jähriger Beobachtung. Die Fälle betrafen zumeist chronische Katarrhe der Luftwege, Phthise und Emphysem. Die günstigen Erfolge veranlassten bald andere Aerzte zur Errichtung ähnlicher Anstalten, so in Lyon und Nizza, einige Jahre später in London, Stockholm und Petersburg. In Deutschland wurde der erste bereits wesentlich verbesserte pneumatische Apparat im Jahre 1862 von LANGE am Johannisberge im Rheingau errichtet.

Die Heilmethode fand jedoch lange nicht die verdiente Beachtung, bis v. VIVENOT durch eine Reihe gründlicher, wissenschaftlicher Arbeiten die Aufmerksamkeit der Aerzte auf diese lenkte. [1])

Im Jahre 1864 wurde über Anregung des genannten Forschers in Wien ein pneumatischer Apparat errichtet. Bald darauf entstanden in mehreren anderen grösseren Städten, namentlich in vielen klimatischen Kurorten ähnliche Apparate behufs Anwendung verdichteter Luft. Verdünnte Luft wurde in diesen „pneumatischen Kabineten" höchst selten versucht.

Völlig verschieden von dieser und hier nur flüchtig angedeuteten Art der Anwendung der verdichteten und verdünnten Luft in den pneumatischen Kabineten, wo der ganze Körper dem erhöhten, oder in seltenen Fällen dem verringerten Luftdruck ausgesetzt wird, ist die neue pneumatische Heilmethode, mit der wir uns nun eingehend beschäftigen wollen, und die den Gegenstand des heutigen Vortrages bilden soll.

Im Jahre 1870 konstruirte HAUKE in Wien [2]) einen ebenso einfachen als sinnreichen Apparat, in welchem die Luft mittelst eines Ballons oder Blasebalges nach Bedarf verdichtet oder verdünnt und zur Athmung verwendet werden konnte.

HAUKE hatte bei der therapeutischen Anwendung desselben zunächst zwei Krankheiten vor Auge: den Croup und das Emphysem. Bei ersterem sollte verdichtete Luft inspirirt, bei letzterem dagegen in verdünnte Luft exspirirt werden.

Die Idee, welche der neuen pneumatischen Heilmethode zu Grunde lag, schien mir vom ersten Augenblicke an so richtig, dass ich gleich nach

---

[1]) R. v. Vivenot. Zur Kenntniss der physiologischen Wirkungen und therapeutischen Anwendung der verdichteten Luft. 1868.

[2]) J. Hauke. Ein Apparat zur künstlichen Respiration und dessen Anwendung zu Heilzwecken. Wien 1870.

den ersten Mittheilungen von HAUKE den Apparat anschaffte, um denselben in den geeigneten Fällen anzuwenden, u. z. machte ich die bez. therapeutischen Versuche sowohl mit verdichteter als mit verdünnter Luft, wobei ich, um es vorläufig kurz zu sagen, erstere mehr bei Inspirations-, letztere mehr bei Exspirations-Insuffizienzen gebrauchend, im Ganzen recht befriedigende Resultate erzielte. [3])

Auch einzelne andere Beobachter berichteten bald über günstige Heilerfolge mittelst dieser Methode; im Allgemeinen fand sie jedoch lange nicht die Beachtung, die sie in Anbetracht des ihr zu Grunde liegenden rationellen Prinzipes wohl verdient hätte, bis WALDENBURG durch eine Reihe wissenschaftlicher Publikationen ein lebhafteres Interesse für dieselbe erweckte und die Diskussion in Fluss brachte. [4])

Bevor ich an die Erörterung des therapeutischen Werthes der pneumatischen Behandlung der Lungen- und Herzkrankheiten gehe, will ich Ihnen die bis jetzt bekannt gewordenen, gebräuchlichen Respirations-Apparate demonstriren und deren Anwendungsweise erklären.

Der Athmungsapparat von HAUKE, den Sie hier sehen, und mit dem wir unsere ersten Versuche machten, der aber seitdem vielfach modifizirt wurde, besteht aus einem cylindrischen Blechgefässe, welches durch eine nicht ganz bis zum Boden reichende Scheidewand in zwei gleiche Hälften getheilt ist, von denen die eine oben geschlossen ist. An dieser letzteren ist ein Blasebalg mit doppeltem Ventil angebracht, so dass man durch veränderte Stellung desselben atmosphärische Luft in den Apparat hineintreiben oder aus demselben herauspumpen und derart die Luft daselbst verdichten oder verdünnen kann. Will man den Apparat gebrauchen, so füllt man ihn zur Hälfte mit Wasser, und je nachdem man verdichtete oder verdünnte Luft anwenden will, wird mittelst des Blasebalges die Luft in den Apparat hineingetrieben oder herausgepumpt. Hierauf lässt man den Patienten eine, durch einen Gummischlauch mit dem geschlossenen Behälter in Kommunikation stehende Gesichtsmaske vor Mund und Nase nehmen und athmen.

Aehnlich dem HAUKE'schen Apparate besteht der von STÖRK [5]) aus einem in zwei gleiche Hälften getheilten Blechkessel, die am Boden durch einen Spalt mit einander kommuniziren, nur dass am STÖRK'schen Apparate der Blasebalg fehlt. Der Erfinder glaubte denselben durch einfaches Schaukeln des Apparates ersetzen zu können. Beim Neigen des Apparates nach der einen und andern Seite wird nach dem Gesetze der kommunizirenden Gefässe das Wasser nach der geneigten Fläche hinüberfliessen, somit auch die Luft in der geschlossenen Hälfte entsprechend der Neigung des Gefässes verdichtet oder verdünnt werden.

---

[3]) Sitzungsbericht des ärztlichen Vereines in Wien. Mai 1873. Wiener Medizinische Presse Nr. 19. 1873.

[4]) L. Waldenburg. Ein transportabler pneumatischer Apparat zur mechanischen Behandlung der Respirationskrankheiten. Berliner klinische Wochenschrift Nr. 39 und 40. 1873. — Ueber die mechanische Wirkung des transportablen pneumatischen Apparates auf das Herz und die Blutzirkulation. Berliner klinische Wochenschrift Nr. 46 und 47. 1873.

[5]) K. Störk. Ein neuer Athmungsapparat. Sitzungsbericht der k. k. Gesellschaft der Aerzte. Wiener Medizinische Presse Nr. 4 und 5. 1874.

Der Apparat von HAUKE hat hauptsächlich den Fehler, dass der Luftdruck in demselben nur ein geringer und auch dieser dann ein ganz unkonstanter ist, indem während jedes Athemzuges der Druck wechseln muss, wenn man nicht fortwährend mit dem Blasebalg nachpumpen will. Diese zwei Mängel haften dem ursprünglichen STÖRK'schen Apparat in noch weit grösserem Masse an. Daher eignen sich beide für wissenschaftliche Untersuchungen nur wenig und auch der therapeutische Effekt wird durch die erwähnten Fehler wesentlich beeinträchtigt. STÖRK hat zwar später seinen ursprünglichen Schaukel-Apparat wesentlich modifizirt und einige der, bei dessen erster Demonstration von mir gerügten Uebelstände verbessert, wodurch nun derselbe den Anforderungen, die man an ein physikalisches Heilmittel zu stellen berechtigt ist, wohl etwas mehr entspricht, aber dadurch zugleich die früher gerühmten Vorzüge der Kleinheit und Einfachheit gänzlich eingebüsst hat.

All' diesen Uebelständen suchte WALDENBURG durch seinen „transportablen pneumatischen Apparat" abzuhelfen.

Derselbe besteht aus zwei Cylindern, von denen der äussere oben, der innere unten offen ist. Der äussere wird bei der Anwendung mit Wasser gefüllt. Durch Herabdrücken des innern Cylinders oder Heraufziehen desselben bei geschlossenem Ausströmungsrohre kann die in demselben enthaltene Luft verdichtet oder verdünnt werden. Der Luftdruck im Apparate bleibt immer ein konstanter. Das Heben und Senken der Glocke geschieht durch Gewichte, die im ersteren Falle über eine Rolle laufen, im letzteren auf den Deckel der Glocke gelegt werden. An dem Deckel des inneren Cylinders befindet sich ein Schlauch, der einerseits mit diesem, anderseits mit einer Gesichtsmaske, durch welche geathmet wird, kommunizirt.

Bald nach HAUKE empfahl J. B. BERKART in London [6]) zu gleichem Zwecke eine Art Luftpumpe, die später von HORACE DOBELL [7]) am Londoner Hospitale für Brustkranke etwas modifizirt wurde. Beide Apparate taugen nicht viel.

A. HÖGYES in Pest [8]) wendet das Bunsen'sche Wassertrommelgebläse an; die Methode ist jedoch nur in Krankenhäusern leicht durchführbar, wo sich die bezügliche Vorrichtung zu chemischen Zwecken ohnehin vorfindet.

Durch Einfachheit und Billigkeit zeichnen sich der „Rotations-Apparat von BIEDERT in Worms [9]), insbesondere aber der „Harmonikabalg" von B. FRÄNKEL in Berlin [10]) aus.

Der Apparat von BIEDERT besteht aus einem zylinderförmigen Balg mit hölzernen Seitendeckeln. Der Balg ist aus, durch Gummirung luftdicht gemachten Leder gefertigt, ist um seine Längsachse drehbar und hat an einem Ende den Athmungsschlauch mit Maske. Die

[6]) Berkart. Lancet. November 1871.

[7]) Dobell. British medical Journal. February 1872.

[8]) A. Högyes. Orvosi Hetilap; Zentralblatt für die medizinischen Wissenschaften. 1874.

[9]) Ph. Biedert. Ein billiger pneumatischer Apparat mit gleichmässiger Wirkung und unbegrenzter Wirkungsdauer. Berliner klinische Wochenschrift Nr. 29. 1874.

[10]) B. Fränkel. Ein billiger pneumatischer Apparat. Berliner klinische Wochenschrift. Nr. 19. 1875.

oberen und unteren Flächen haben Riemen zur Aufnahme von runden Bleiplatten. Je nachdem diese Scheibengewichte oben oder unten sind, wirken sie als Druck oder Zug. Da der Balg drehbar ist, lässt er sich leicht füllen und gestattet somit auch rasch nach einander die abwechselnde Anwendung verdichteter und verdünnter Luft.

Eine ähnliche Idee liegt auch dem Apparat von FRÄNKEL zu Grunde. Derselbe besteht aus dem Balg einer Ziehharmonika. An einer Seite ist ein 2 Ctm. weites Metallrohr, welches das Mundstück trägt. Als Mundstück benützt FRÄNKEL ein aufgeblasenes Gummikissen. Erweitert man den Balg, indem man ihn wie eine Harmonika auseinander zieht, so verdünnt man die Luft in demselben; drückt man ihn zusammen, so verdichtet man dieselbe. Um die Quantität der ein- und ausgeathmeten Luft mit Leichtigkeit berechnen zu können, hat FRÄNKEL noch ein am freien Ende beschwertes Centimetermass angebracht, an dem man ersieht, um wieviel die Seitenwandungen von einander entfernt oder einander genähert werden.

Beide Apparate genügen wohl für therapeutische Zwecke, sind jedoch für wissenschaftliche Untersuchungen weniger zu empfehlen.

Um rasch nach einander, d. h. abwechselnd bei der In- und Exspiration verdichtete und verdünnte Luft gebrauchen zu können, konstruirte v. CUBE in Mentone [11]) einen sinnreichen „Doppel-Apparat“, der jedoch zu komplizirt ist, um je transportabel gemacht werden zu können. Diesen Anforderungen entspricht schon weit mehr der Doppel-Apparat von WEIL in Berlin. [12]) Derselbe besteht im Wesentlichen aus zwei WALDENBURG'schen Apparaten, die am Boden durch einen kurzen Gummischlauch kommuniziren, von denen der eine steigt, während der andere sinkt und umgekehrt, so dass der eine schon wieder zum Gebrauche bereit ist, sobald der andere ausser Thätigkeit gesetzt wird.

Unter allen mir bisher bekannten pneumatischen Apparaten nimmt unstreitig jener von WALDENBURG den ersten Rang ein. Er ist ebenso einfach wie zweckmässig, und entspricht ebenso den Anforderungen der Wissenschaft wie der Praxis, obgleich die technische Ausführung desselben Manches zu wünschen übrig lässt. Letzterer Umstand veranlasste mich auch bald einige Modifikationen an dem WALDENBURG'schen Apparate anzubringen. Ausserdem haben sich mir bei längerem Gebrauche desselben manche Uebelstände aufgedrängt, deren Beseitigung mir ebenfalls wünschenswerth erschien; endlich fand ich noch zweckmässig, den Apparat auch sonst hie und da zu vervollkommen, so entstand allmälig mein „Respirations-Apparat“ [13]), den der hiesige Hofmechaniker W. J. HAUCK nach meinen Angaben verfertigte, den ich Ihnen nun beschreiben will und dessen Anwendungsweise in Folgendem erläutert werden soll.

---

[11]) v. Cube. Ein pneumatischer Doppelapparat zur mechanischen Behandlung der Respirationskrankheiten. Berliner klinische Wochenschrift Nr. 4. 1874

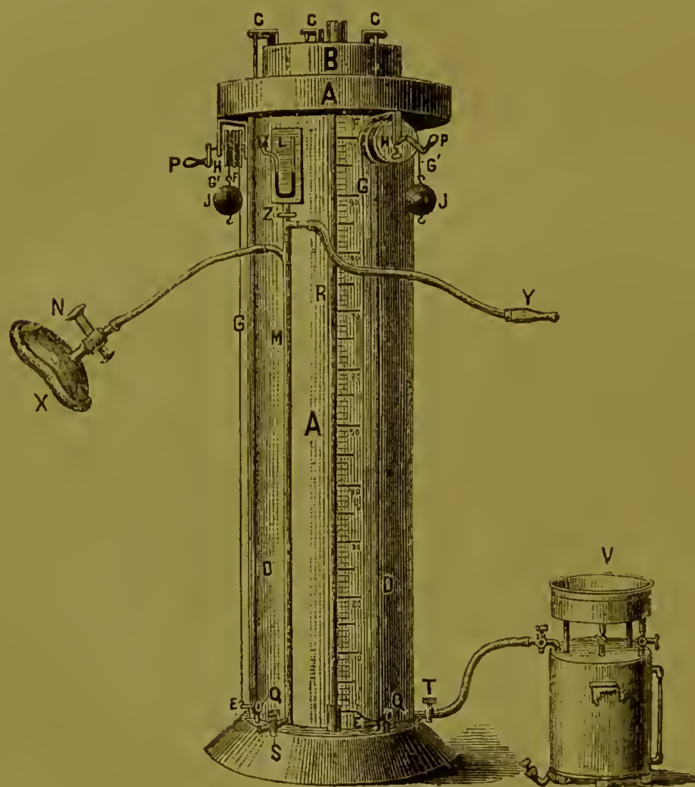
[12]) Ueber eine Modifikation des Waldenburg'schen transportablen pneumatischen Apparates. Berliner med. Zentral-Zeitung Nr. 19. 1874.

[13]) Joh. Schnitzler. Ueber die therapeutische Anwendung verdichteter und verdünnter Luft bei Lungen- und Herzkrankheiten. Wiener Medizinische Presse Nr. 14, 15, 17, 18, 22, 23. 1874.

Mein „Respirations-Apparat" besteht im Wesentlichen:

Aus einem zylindrischen Blechgefässe *A*, welches unten auf breiter Basis steht und oben erweitert ist, um das Ueberlaufen des Wassers zu verhindern, und aus der in dasselbe eingesenkten Glocke *B*, an welcher 3 Leitstangen *C* befestigt sind. Zur sicheren und besseren Führung sind letztere in die an der Aussenseite des Gefässes *A* angebrachten Leitschienen *D* eingeschoben. Am unteren Ende jeder Leitstange ist eine Nase *E* angebracht, in welcher die auf der Rolle *F* aufgewundene Schnur *G* eingehängt ist. Gemeinschaftlich mit dieser Rolle steckt an

Fig. 1.

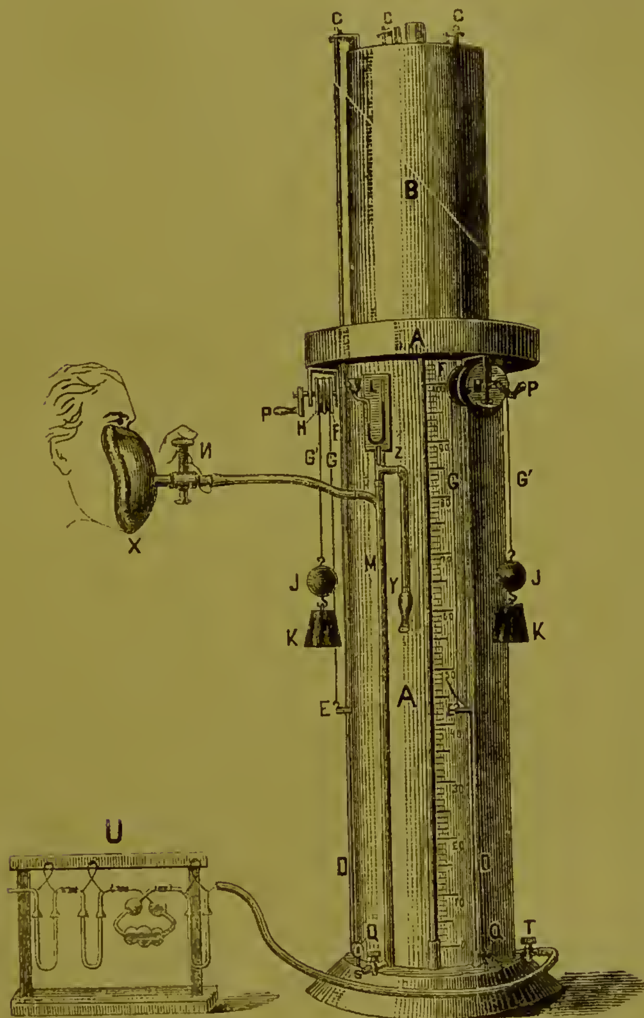


derselben Axe eine zweite *H*, an welcher mittelst einer zweiten Schnur das Aequilibrirgewicht *J* befestigt ist. Die Rolle *H* sitzt fest an der Axe, die Rolle *F* wird an ihr durch einen Stift fixirt, wodurch die Kraft, die an der Schnur der einen Rolle wirkt, auf die der andern übertragen werden kann.

Wird nun der äussere Cylinder bis zu einer gewissen Höhe mit Wasser gefüllt und sodann an das Aequilibrirgewicht *J* ein Uebergewicht *K* gehängt, so wird die Glocke *B* gehoben und die eingeschlossene Luft verdünnt.

Den Grad der Verdünnung kann man an einem offenen Quecksilber-Manometer *L* ablesen, welcher an dem Rohre *M*, das nach einer zweifachen Biegung in die Glocke *B* ragt, angebracht ist.

Fig. 2.



Oeffnet man die beiden Hähne *N* und *T*, oder auch nur einen derselben, so tritt Luft in die Glocke ein, bis diese ganz mit atmosphärischer Luft gefüllt ist oder das Uebergewicht zu wirken aufhört.

Will man die Glocke wieder in den vorigen Stand zurückbringen oder die darin befindliche Luft komprimiren, so schiebt man einfach den Stift in die Rolle *H* vor, wodurch *F* frei wird; in Folge dessen wird das Aequilibrirgewicht ausser Thätigkeit gesetzt und die Glocke vermöge ihres Eigengewichtes zunächst die Luft komprimiren und, sobald man den Hahn öffnet, herabsinken.

Soll jedoch die in dem Apparate befindliche Luft mehr verdichtet werden, als dies durch das Gewicht der Glocke allein geschieht, so braucht man nur die an der losen Rolle *F* befestigte Schnur über die Rolle *Q* am Fusse des Apparates zu legen, das Gewicht aufzuziehen und den Stift in die Rolle *H* zurückzuschieben, wodurch sich der frühere Zug nach aufwärts in den entgegengesetzten verwandelt.

Ist die Glocke ganz herabgesunken, und wir wollen Luft in diese einsaugen, so ziehen wir das Aequilibrirgewicht mittelst der Kurbel *P* wieder auf, verbinden abermals die während des Aufziehens der Kurbel gelockerten beiden Rollen und hängen dann das, der gewünschten Luftverdünnung entsprechende, Uebergewicht *K* an.

Um die Quantität der eingetretenen oder entwichenen Luft messen zu können, ist an einer der Leitstangen ein Zeiger angebracht, der uns an einer Centimetertheilung zeigt, um wie viel die Glocke gestiegen oder gesunken ist.

Soll die in der Glocke befindliche Luft analysirt oder in dieselbe Gase eingeleitet werden, so hat man die betreffenden Vorrichtungen blos mit dem Hahne *T* zu verbinden, wie dies durch die Apparate *U* und *V* versinnlicht ist.

Um den jeweiligen Stand des Wassers im Apparate zu kennen, ist an diesem ein Wasserstandrohr *R* angebracht, das mit einer Centimetertheilung versehen ist. Ein Hahn *S* daneben dient zum Entleeren des Apparates.

Der ganze Apparat hat eine Höhe von 120 Centimeter, der äussere Zylinder einen Durchmesser von 28, der innere einen solchen von 25·25 Centimeter.[14])

Der Druck, d. h. die Verdichtung und Verdünnung der Luft lässt sich in sehr einfacher Weise berechnen.

Die Oberfläche der Glocke ($= r^2 \pi = 12{\cdot}625 \times 12{\cdot}625 \times 3{\cdot}14$) beträgt 500·486, in runder Zahl somit ungefähr 500 Centimeter.

Das Gewicht einer Atmosphäre auf ein Quadratcentimeter beträgt bekanntlich 1033 Gramm. Dies gibt bei unserem Apparate $1033 \times 500 = 516{\cdot}5$ Kilo.

Wir werden indess für unsere Zwecke kaum fehl gehen, wenn wir zur Vereinfachung der Berechnung den Druck der Atmosphäre auf die Oberfläche unseres Apparates in runder Zahl mit 500 Kilo = 1000 Zollpfund annehmen, woraus sich dann der Druck jedes einzelnen angebrachten Gewichtes mit Leichtigkeit berechnen lässt.

---

[14]) Den Apparat liefert — ohne die zuletzt genannten, für die therapeutische Anwendung verdichteter und verdünnter Luft nicht nothwendigen Vorrichtungen für Zuleitung von Gasen und behufs Analyse der ausgeathmeten Luft — um den Preis von 75 fl. ö. W. = 150 Rm. der hiesige k. k. Hofmechaniker W. J. Hauck, Wieden, Kettenbrückengasse 20.

Es entsprechen bei meinem Apparate:

1000 Pfd.	=	1 Atmosphärendruck	=	760	Mm.	Quecksilber
100 „	=	$^1/_{10}$ „	=	76.0	„	„
50 „	=	$^1/_{20}$ „	=	38·0	„	„
40 „	=	$^1/_{25}$ „	=	30·4	„	„
30 „	=	$^3/_{100}$ „	=	22·8	„	„
20 „	=	$^1/_{50}$ „	=	15·2	„	„
10 „	=	$^1/_{100}$ „	=	7·6	„	„
1 „	=	$^1/_{1000}$ „	=	0·76	„	„

Wir können somit durch Vermehrung und Verminderung der Gewichte sowohl den positiven als den negativen Luftdruck nach Belieben steigern und verringern, und bleibt auch dieser Druck in dem Apparate während der ganzen Zeit des Gebrauches unverändert derselbe, wie man sich jeden Augenblick an dem mit der Glocke in Verbindung stehenden Manometer überzeugen kann.

Bei der Kompression der Luft muss die Schwere der Glocke mit in Rechnung gebracht werden. Diese lastet, wie schon erwähnt, mit ihrem ganzen Gewicht, sobald durch Vorschieben der Stifte alle Rollen frei gemacht sind. Die Glocke meines Apparates wiegt etwas über 20 Pfund, ihre Schwere allein wird somit schon über $^1/_{50}$ Atmosphärendruck bewirken.

Neuestens habe ich an dem Manometor meines Respirations-Apparates eine einfache Vorrichtung angebracht, wodurch derselbe zugleich als Pneumatometer verwendet werden kann. Am Manometer befindet sich nämlich ein Hahn *Z*, durch dessen Drehung die Kommunikation mit der Glocke aufgehoben, dagegen jene mit der äussern Luft bewerkstelligt wird. An dem Zapfen, der nach Aussen kommunizirt, ist ein dünner Kautschukschlauch mit Mundstück *Y* oder Maske *X* angebracht. Wird nun durch Drehung des Hahnes die Kommunikation anstatt mit der Glocke mit der äusseren Luft herbeigeführt, so kann das Manometer ganz gut als Pneumatometer verwendet werden.

Athmet man durch den am Manometer angebrachten Schlauch mittelst Mundstückes *Y* oder Gesichtsmaske *X*, so wird die Quecksilbersäule im Manometer dem positiven und negativen Druck der Ex- und Inspiration folgen, d. h. die Quecksilbersäule wird beim Ausathmen, dem positiven Exspirationsdrucke nachgebend, im jenseitigen Schenkel des Manometers steigen, beim Einathmen dagegen dem negativen Inspirationsdrucke folgend, im diesseitigen Schenkel steigen. Man kann somit an diesem meinem Manometer zugleich den Exspirations-Druck und Inspirations-Zug der Lunge ablesen und denselben daher ganz gut auch als Pneumatometer verwenden.

Um den Apparat zum Ein- und Ausathmen benützen zu können, ist an demselben, wie schon früher erwähnt, ein 40—50 Centimeter langer und etwas über 1 Centimeter weiter Kautschukschlauch angebracht, in dessen vorderes Ende ein mit Mundstück versehenes Schuberventil eingefügt ist. Dieses besteht aus einem Metallrohr von etwa einem Centimeter Durchmesser, das mittelst einfachen Fingerdruckes mit der Luft in der Glocke oder mit der äusseren Atmosphäre in Kommunikation gebracht werden kann. Dadurch wird es möglich, während des Athmens das Mundstück fortwährend im Munde zu behalten und dabei, je nach-

dem der Schuber dirigirt wird, ganz nach Willkür atmosphärische Luft einzuathmen und sodann in die Glocke hinein zu exspiriren, oder auch umgekehrt die Luft aus der Glocke zu inspiriren und in die Atmosphäre auszuathmen. Uebrigens kann man auch jedesmal das Mundstück aus dem Munde herausnehmen, und es nur wieder in den Mund hineinbringen, wenn man seine Respirationsorgane mit der Glockenluft in Verbindung setzen will. Die Mundstücke können aus Hartkautschuk, Elfenbein, Meerschaum oder Glas genommen werden.

Statt des Mundstückes kann man sich auch einer entsprechenden Gesichtsmaske bedienen, welche Mund und Nasenhöhle luftdicht umschliesst. Die Maske, die ich bei meinem Apparate verwende, ist aus Hartkautschuk, hat die Form einer Halbkugel und ist gerade gross genug, um Mund und Nase einzuschliessen. Der luftdichte Verschluss wird bewirkt durch einen am Rande der Maske angebrachten Luftpolster, der sich überall leicht und eng anschmiegt.

Sowohl die Maske als das Mundstück sind von dem Schuberventil leicht abzunehmen, wodurch es dem Arzt möglich wird, Masken von verschiedener Grösse und ebenso Mundstücke, für die verschiedenen Patienten ohne viel Kosten anschaffen zu können.

Indem ich gesagt habe, dass man an dem Schlauch nach Belieben das Mundstück oder die Gesichtsmaske anbringen könne, habe ich auch zugleich die Gleichwerthigkeit der beiden Vorrichtungen angedeutet. Beide haben ihre Vortheile und ihre Nachtheile. Waldenburg plaidirt für den ausschliesslichen Gebrauch der Masken, indem er meint, das durch das Mundstück einerseits nicht so voll und kräftig geathmet werden könnte als durch die Maske, und anderseits ginge hierbei ein Theil der Druckwirkung der Luft verloren. Es mag das theilweise richtig sein; aber man kann dasselbe auch bei dem Gebrauche der Masken beobachten. Ausserdem schliessen diese nur höchst selten ganz luftdicht, namentlich wenn bei starker Verdichtung oder Verdünnung der Luft geathmet wird. Es müsste denn sein, wir würden bei unseren pneumatischen Apparaten Masken anwenden, wie sie G. Wertheim in Wien bei seinen Versuchen „über Lungengasaustausch in Krankheiten“ gebraucht. [15]) Diese sind aus Gyps, haben ebenfalls die Form einer das Gesicht theilweise umschliessenden Larve und werden jedem einzelnen Individuum im buchstäblichen Sinne des Wortes angepasst, indem der Gypskranz mit Glaserkitt gefüttert ist, der durch Kneten mit etwas Oel jederzeit in der entsprechenden Konsistenz hergestellt, sich an alle Theile des Gesichts leicht anschmiegt und von einem Gehilfen fest, aber doch mit Schonung an das Gesicht des zu Untersuchenden angedrückt wird. Nachdem aber derartige Vorrichtungen im Allgemeinen bei therapeutischen Prozeduren nicht gut anwendbar sind, und wir uns nur „möglichst“ gutschliessender Masken bedienen müssen, haften diesen, wenn auch nicht ganz dieselben, doch auch ähnliche Fehler an wie den Mundstücken. Die meisten Personen erlernen übrigens weit schneller durch Mundstücke korrekt athmen, als durch die Maske, und fast Alle ziehen das Athmen mittelst ersteren vor.

[15]) G. Wertheim. Deutsches Archiv f. klinische Mediz., XV. Bd., 2. Heft 1875.

Beim Athmen mittelst Mundstückes muss dasselbe recht tief (wenigstens 1—2 Ctm.) in die Mundhöhle eingeführt und darf nicht, wie dies öfter geschieht, blos zwischen den Lippen gehalten werden. Dabei wird die Zunge etwas niedergedrückt und die Lippen müssen fest geschlossen werden. Zum Ueberfluss kann man auch noch die Nase zuhalten lassen. Bei der therapeutischen Anwendung des Apparates ist Letzteres überflüssig.

Ich verwende übrigens bald die eine, bald die andere Vorrichtung und, wie ich gleich hinzufügen will, nicht allein mit derselben physiologischen Wirkung auf Lunge und Herz, sondern auch mit gleichem therapeutischen Resultate.

Die Anwendungsweise meines Apparates ist folgende:

Die Glocke wird bis auf den Boden des äusseren Cylinders gesenkt, hierauf dieser bis zu einer gewissen Höhe (am besten etwas über 100 Ctm. hoch) mit Wasser gefüllt, sodann werden die Hähne *N* und *T*, die während des Hinabsenkens der Glocke und der Füllung des Gefässes offen waren, geschlossen.

Wenn Sie jetzt durch den Schlauch, an dessen vorderm Ende Sie nach Belieben ein Mundstück oder eine Gesichtsmaske angebracht haben, athmen, so wird die Glocke entsprechend steigen oder sinken, d. h. wenn Sie kräftig exspiriren, muss die Glocke um so viel gehoben werden, als die jetzt ausgeathmete Luft selbst Raum einnimmt; wenn Sie dagegen inspiriren, wird die Glocke um so viel sinken, als derselben durch Ihr Einathmen Luft entzogen wurde.

In dieser Weise angewendet, dient der Apparat zugleich als Spirometer.

Nach der früher angegebenen Berechnung entspricht ein jeder Centimeter, um den die Glocke meines Apparates steigt oder fällt, 500 Kubikcentimeter Luft.

Die meisten von Ihnen haben beim Exspiriren die Glocke etwas über 6 Centimeter, nur einzelne nahe an 8 Centimeter hoch gehoben, das würde einer ausgeathmeten Luftmenge von 3000 bis 4000 Kubikcentimeter entsprechen. Es entspricht dies bekanntlich auch der durchschnittlichen vitalen Lungenkapazität.

Nun wollen wir an die Aequilibrirkugeln Gewichte anhängen. Dadurch wird die Glocke bis zu einer der Schwere der Gewichte entsprechenden Höhe emporgezogen und in Folge dessen die Luft in der Glocke entsprechend verdünnt.

Den Grad der Verdünnung können Sie am Manometer ablesen, den Sie übrigens, wie ich dies früher auseinandergesetzt habe, schon im Vorhinein durch die anzuhängenden Gewichte bestimmen können.

Oeffnen Sie jetzt den Hahn, so sehen Sie die Glocke immer mehr in die Höhe steigen, indem die verdünnte Luft des Apparates die äussere Atmosphäre einsaugt. Wird nun die Glocke anstatt mit der äussern Luft mit den Athmungsorganen in Verbindung gebracht, so wird sie in derselben Weise die Luft aus der Lunge aspiriren. Wenn Sie daher jetzt, wo die Luft in dem Apparate verdünnt ist, durch den Schlauch athmen wollen, so wird durch den Apparat selbst ein Theil Ihrer Lungenluft aspirirt werden, ohne dass Sie selbst exspiriren. Mit

anderen Worten: es wird die Exspiration erleichtert und zugleich ein Theil der Residualluft ausgesaugt. Ueberzeugen Sie sich selbst und Sie werden finden, dass dieselben Herren, die früher die Glocke nur 5—6 Centimeter hoch gehoben haben, diese nun 7—8 Centimeter hoch treiben. Mit anderen Worten: Sie haben anstatt 2500—3000, 3500—4000 Kubikcentimeter Luft und darüber ausgeathmet.

Versuchen Sie jetzt einmal die verdünnte Luft aus der Glocke einzuathmen, so werden Sie finden, dass dies nur in sehr geringem Masse möglich ist. Die Glocke wird nur wenig, bei starker Verdünnung fast gar nicht sinken, d. h. Sie haben nur wenig Luft eingeathmet.

Will man verdichtete Luft einathmen, so wird zuerst die Luft in der Glocke durch Anhängen von Gewichten verdünnt, sodann wird der Hahn geöffnet; es strömt die äussere Luft in die Glocke, wodurch diese in die Höhe steigt. Ist diese bis zur gewünschten Höhe, z. B. bis 80 oder 100 Ctm. gestiegen, so wird wieder der Hahn geschlossen, die Gewichte werden abgenommen, die Stifte aus den Rollen gezogen, dadurch die Aequilibrirkugeln ausser Thätigkeit gesetzt, und es wird somit der innere Cylinder mittelst seiner Eigenschwere die in der Glocke eingeschlossene Luft komprimiren. Diese kann mehr oder weniger komprimirt werden, je nachdem man nur eine oder alle Aequilibrirkugeln ausser Thätigkeit setzt. Das Manometer wird die Druckverhältnisse zeigen.

Will man stärkeren Druck erzielen, als dies durch die Schwere der Glocke allein möglich ist, also über $^1/_{50}$—$^1/_{40}$ Atmosphäre, dann kann man in der früher erwähnten Weise noch die eine oder andere oder gar sämmtliche Schnüre der losen Rolle *F* über die untere Rolle *Q* führen, wodurch die Glocke mit grosser Kraft nach unten gezogen und die Luft bis auf's Aeusserste komprimirt wird.

Es sei jedoch gleich hier bemerkt, dass ein solcher Ueberdruck für therapeutische Zwecke nicht nur nicht räthlich wäre, sondern mitunter sogar bedenklich werden könnte.

Beim Einathmen verdichteter Luft empfinden sowohl Gesunde als Kranke zunächst ein stärkeres Zuströmen der Luft. Sie haben das Gefühl, als trete mehr Luft in die Lungen ein. Das Athmen wird tiefer, die Brust weiter und voller. Doch gilt dies nur für geringe Grade der Luftkompression ($^1/_{60}$ bis $^1/_{50}$ Atmosphärendruck = 10 bis 15 Mm. Quecksilber). Bei etwas stärkerer Luftverdichtung tritt bald das Gefühl des Druckes, der Schwere, der Beklemmung auf der Brust ein, so dass das Einathmen nicht lange fortgesetzt werden kann.

Diesen subjectiven Empfindungen entspricht auch insoweit der objektive Befund, als bei der Inspiration verdichteter Luft in der That mehr Luft in die Lungen eintritt, als dies sonst der Fall ist.

Man überzeugt sich hievon, indem man einerseits eine stärkere Erweiterung des Brustkorbes mittelst Thorakometers, oder auch mittelst eines gewöhnlichen Centimetermasses nachweisen kann, andererseits kann man an dem Respirationsapparat beobachten, dass Personen, welche die äquilibrirte Glocke meines Apparates 3 bis 5 Ctm. herabgezogen haben, sie bei einiger Belastung auf 4 bis 6 Ctm. und darüber bringen; d. h. sie athmen jetzt anstatt 1500—2500 Kctm., 2000—3000 Kctm. Luft und darüber ein. Dies gilt jedoch nur bei geringer Belastung;

bei starker Kompression konnte ich mich wiederholt überzeugen, dass sogar weniger Luft eingeathmet wird, indem der Druck, der sich alsbald auf der Brust einstellt, die tiefere Inspiration erschwert, fast unmöglich macht.

Bei der Berechnung der aus dem Apparate eingeathmeten Luft ist grosse Vorsicht geboten, indem man sich, wie ich dies früher auseinandergesetzt habe, hiebei leicht täuschen kann, namentlich wenn man sich dabei der Gesichtsmaske bedient, die kaum je so fest angelegt werden kann, dass nicht mehr oder weniger verdichtete Luft bei der Maske vorbei entweichen könnte. Indem die Glocke immer tiefer sinkt, glaubt man dann irrthümlicher Weise, dass die ganze, aus dem Apparate ausgetretene Luftmenge eingeathmet worden wäre. Aber auch bei dem Gebrauche des Mundstückes ist die volle Aufmerksamkeit des Arztes nothwendig, wenn er sich nicht selbst täuschen will, denn auch da entweicht häufig Luft, wenn der Einathmende die Lippen um das Mundstück nicht sehr fest und enge schliesst. Bei stärkerer Kompression ist dies fast unvermeidlich, wenn man es nicht gerade mit besonders intelligenten und sehr gelehrigen Patienten zu thun hat.

Bei der Beurtheilung der physiologischen und therapeutischen Wirkung der komprimirten Luft dürfen wir jedoch nicht allein die grössere Quantität von Luft, welche der Lunge zugeführt wird, beachten, sondern müssen auch den erhöhten Druck, unter dem dies geschieht, berücksichtigen.

Vor Allem wird schon der stärkere Druck allein auf die Alveolen einwirken, diese mehr erweitern und so die Luft auch in jene Endverzweigungen gelangen, wohin sie sonst namentlich in gewissen pathologischen Zuständen (bei Katarrhen, Kompression, Atelektase der Lungen) nicht käme; es wird somit der Sauerstoff nicht nur in grösserer Menge, sondern auch unter erhöhtem Drucke den Luftwegen zugeführt. Mit der vermehrten Aufnahme von Sauerstoff ist aber, nach neueren physiologischen Untersuchungen, immer auch eine grössere Abgabe von Kohlensäure verbunden, und wir haben somit bei der Anwendung der verdichteten Luft zwei Momente für die Erhöhung des Gaswechsels in den Luftwegen: es wird mit jedem Athemzuge mehr Sauerstoff aufgenommen und mehr Kohlensäure abgegeben, als dies sonst, beim gewöhnlichen Athmen atmosphärischer Luft, der Fall ist.

Anders gestalten sich die Verhältnisse bei der Exspiration in verdichtete Luft. Diese bietet nach meinen Erfahrungen nicht den geringsten Vortheil; im Gegentheile, sie strengt den Patienten nur an, verursacht ihm Beschwerden und dürfte ihm nur in den seltensten Fällen Erleichterung gewähren. Der Gasaustausch wird durch diese Methode, nach meinem Dafürhalten, nicht nur nicht gefördert, sondern geradezu gehemmt.

Bei der Exspiration in verdünnte Luft empfinden sowohl Gesunde als Kranke ein Zusammenziehen der Brust, die Meisten geben geradezu an, sie empfänden, wie die Luft ihnen förmlich ausgesogen, ausgepumpt würde; bei stärkerer Luftverdünnung erklärten mir Einzelne, sie fühlten, als würde die Lunge selbst mitgezogen. (Andere meinten, es werde ihnen das Zwerchfell mit hinaufgepresst. WALDENBURG.) Manche klagen über eine

schmerzhafte Empfindung in der Gegend des Sternums, die sich namentlich gegen Ende einer ausgiebigen Exspiration einstellt. Aber nacher, d. h. nachdem die Patienten einige Male kräftig in die verdünnte Luft des Apparates ausgeathmet haben, gaben mir fast alle ausnahmslos an, sich auf der Brust leichter, freier zu fühlen.

Der Effekt dieser Anwendungsweise der verdünnten Luft auf die Respiration ist in erster Linie ein rein mechanischer, es wird nämlich durch den Apparat die Luft aus der Lunge im eigentlichen Sinne des Wortes herausgesogen; indem auch jene Luft, die bei gewöhnlichem ruhigen Athmen in der Lunge zurückbleiben würde, die sogenannte Residualluft, ebenfalls exspirirt wird. Dies wird um so mehr dort der Fall sein, wo in Folge von Katarrhen der Luftwege, oder von verminderter Elastizität der Lunge der Gasaustausch ein langsamer ist. Insbesondere wird aber bei der Exspiration in verdünnte Luft die Ausscheidung der Kohlensäure eine wesentlich vermehrte sein. Da ferner nach solch' ausgiebiger Exspiration jedesmal unwillkürlich tiefer inspirirt werden muss, wird sodann auch beim Einathmen von nicht komprimirter Luft jedesmal auch mehr Sauerstoff aufgenommen, als dies sonst der Fall wäre: der Gaswechsel ist daher ein sehr reger. Die Gesammtwirkung der Exspiration in verdünnte Luft ist somit Erhöhung der Athmuugskraft, Vergrösserung der Lungenkapazität und Vermehrung des Gasaustausches.

Eine ähnliche Wirkung wird von WALDENBURG auch der Einathmung von verdünnter Luft zugeschrieben. Auch sie soll den Gasaustausch vermehren, die Lungenkapazität vergrössern und die Athmungskraft erhöhen. Dies mag seine Richtigkeit beim Aufenthalte in dünner Luft auf hohen Bergen haben; aber es trifft durchaus nicht zu beim Einathmen verdünnter Luft aus den pneumatischen Apparaten. Wie Sie sich früher selbst überzeugt haben, sank die Glocke beim Inspiriren aus dem verdünnte Luft enthaltenden Apparate nur sehr wenig, d. h. es kam nur eine geringe Quantität Luft aus dem Apparate in die Lunge. Bei stärkerer Belastung blieb sogar die Glocke auch bei noch so kräftiger Inspiration fast ganz unbeweglich, ja bei einer Verdünnung bis auf $^1/_{20}$ oder $^1/_{25}$ negativen Atmosphärendruckes (Belastung 40—50 Pfund) kann die beabsichtigte Inspiration gegen den Willen des Kranken in eine Exspiration umgewandelt werden, indem der negative Luftdruck im Apparate den Zug der Lunge bei der Inspiration überwindet.

Wenn man dennoch bei tiefer Inspiration „ein eigenthümliches Gefühl von Leere“ in der Brust empfindet, so ist dies weit mehr eine Folge des behinderten Inspirationsaktes selbst, als des Einathmens von verdünnter Luft. Es wird sich nämlich bei dem Versuche, die verdünnte Luft aus dem Apparate zu aspiriren, zumeist nur die in der Lunge schon vorhandene Luft verdünnen, indem der Thorax sich durch den Akt der Inspiration erweitert, ohne dass gleichzeitig auch die entsprechende Quantität atmosphärischer Luft in die Athmungswege eintritt. Es kann daher durch das Einathmen verdünnter Luft (aus den künstlichen Respirationsapparaten) wenn auch eine geringe Erhöhung der Athmungskraft, aber keineswegs zugleich eine Vermehrung des Gas-

austausches, resp. eine stärkere Lungenventilation, stattfinden, was doch das Wesentlichste wäre.

Aus diesen, auf zahlreiche Versuche basirten physiologischen Erörterungen geht wohl klar hervor, dass nur die Inspiration verdichteter Luft und die Exspiration in verdünnte Luft einen wirklichen therapeutischen Werth haben können, und dass man von der von anderen Autoren ebenfalls empfohlenen Methode des Ausathmens in verdichtete Luft und des Einathmens von verdünnter Luft nicht viel erwarten dürfe.

Bei dem bedeutenden Einflusse, welchen die Respiration auf die Zirkulation ausübt, ist es natürlich, dass die künstlich veränderten Druckverhältnisse, wie sie durch die Athmung verdichteter oder verdünnter Luft in den Lungen herbeigeführt werden, auch auf das Herz einwirken müssen.

Bekanntlich steht das Herz im Thorax, in Folge der Elastizität der Lungen, unter einem steten negativen Drucke, der sich beim Einathmen steigert und am grössten am Ende einer tiefen Inspiration ist; mit dem Ausathmen nimmt der negative Druck wieder ab, und ist am Ende einer kräftigen Exspiration am kleinsten.

Dieser negative Druck wird nun durch Einathmen verdichteter Luft wesentlich vermindert, ja kann bei stärkerer Luftkompression sogar in einen positiven umgewandelt werden, so dass die Lungen nicht nur keinen Zug, sondern sogar einen Druck auf das Herz und die im Thoraxraume liegenden Gefässe ausüben.

Die Folgen dieser veränderten Druckverhältnisse wären zunächst eine stärkere Triebkraft des Herzens: das Blut würde einerseits mit grösserer Energie in die Arterien getrieben, andererseits würde aber auch der Abfluss aus den Venen in das rechte Herz einigermassen gehemmt werden.

In Folge der Erhöhung des Druckes im Aortensystem würde der Puls gross, voll, gespannt; während in Folge der Hemmung des Abflusses aus den Blutadern die Jugularvenen turgeszirend, strotzend würden.

Der Gesammteffekt bei Inspiration verdichteter Luft wäre somit: vermehrte Blutfülle im grossen und verringerte Blutmenge im kleinen Kreislaufe.

Noch deutlicher würden diese Erscheinungen bei der Expiration in verdichtete Luft hervortreten.

Beim Einathmen verdünnter Luft wird der bei der Inspiration ohnehin ziemlich hohe negative Druck auf das Herz noch wesentlich gesteigert.

In Folge der Verminderung des Druckes im Aortensystem würde der Puls kleiner, weniger gespannt; während durch die stärkere Aspiration aus den Blutadern in's rechte Herz die Venen am Halse mehr kollabiren würden.

Die Einathmung von verdünnter Luft würde somit eine verminderte Blutfülle im grossen und einen vermehrten Blutgehalt im kleinen Kreislaufe, beziehungsweise in den Lungen, zur Folge haben.

Derselbe Effekt würde auch durch das Ausathmen in verdünnte Luft erzielt; doch ist dazu stärkere Luftverdünnung nothwendig.

Ferner soll der Puls bei Anwendung verdichteter Luft immer langsamer, bei Anwendung verdünnter Luft stets beschleunigter werden.

Diese aus dem mechanischen Einfluss der Respiration auf die Zirkulation sich fast von selbst ergebenden Folgerungen scheinen im ersten Augenblicke so natürlich, dass man fast gar nicht daran denkt, die Richtigkeit der Schlüsse, die sich aus diesen weiters ergeben, zu bezweifeln, und doch zeigt sich bei näherer Betrachtung, dass die Verhältnisse denn doch nicht gar so einfach liegen und noch andere Faktoren als die rein mechanischen die Zirkulation wesentlich beeinflussen.

Bekanntlich fand TRAUBE, dass, wenn er ein Thier mit Curare vergiftete, diesem die Vagi und Sympathici durchschnitt, eine Weile künstliche Respiration einleitete und diese dann unterbrach, der Blutdruck sehr stark in die Höhe ging, dabei aber langsame Schwankungen machte. TRAUBE führte diese Erscheinung auf eine Erregung des Zentralnervensystems zurück, welche durch Ueberladung des Blutes mit Kohlensäure entsteht. LUDWIG und THIRY gelangten bei ihren Versuchen zu ähnlichen Resultaten, die neuestens auch von HERING bestätigt wurden. Da aber bei Inspiration verdichteter Luft eine grössere Aufnahme von Sauerstoff, bei der Exspiration in verdünnte Luft eine stärkere Abgabe von Kohlensäure mehr als wahrscheinlich ist, dürfen diese nichts weniger als indifferenten Faktoren nicht ausser Betracht kommen.

Auch die Druckverhältnisse im kleinen Kreislaufe liegen nicht so einfach, wie man dies a priori glauben könnte.

Wohl ist der Einfluss der Athmung auf die Aspiration des Herzens aus den Venen klar, und ergeben sich aus demselben auch für unsere Frage ziemlich bestimmte Antworten. Anders verhält es sich aber mit dem Blutlaufe in den Lungen selbst. Man fand zwar bei Vivisektionen: dass, wenn man die künstliche Respiration einstellt und die Lunge zusammenfällt, der linke Ventrikel an Blut verarmt und der rechte sich nicht mehr gehörig von Blut entleert. Versuche, welche jedoch QUINKE in neuerer Zeit über diesen Gegenstand angestellt hat, ergeben, dass es nicht allein darauf ankommt, ob die Lunge ausgedehnt oder zusammengefallen ist, sondern auch darauf, welcher Druck auf den Kapillaren lastet. Es ist somit nicht dasselbe, ob die Lunge, wie dies bei der normalen Inspiration der Fall ist, dadurch ausgedehnt wird, dass der Druck in der Thoraxhöhle vermindert wird, oder dadurch, dass die Luft in die Lunge hineingetrieben wird, wie dies beim Einathmen verdichteter Luft der Fall ist. So wird das Blut wohl leichter hindurchgehen durch die bei der Inspiration ausgebreiteten, als durch die bei der Exspiration zusammengefallenen Lungen; aber das Blut wird wieder schwerer passiren durch die aufgeblähten Lungen, wenn auf die Alveolen statt des verringerten Druckes ein erhöhter Druck lastet, wie dies beim Einathmen verdichteter Luft geschieht, wo die Luft in die Lungen mehr hineingepresst wird. [16])

---

[16]) E. Brücke. Vorlesungen über Physiologie. 1874.

Aus Obigem wird auch klar, warum selbst bei Anwendung der gleichen mechanischen Kräfte auf die Respiration nicht immer dieselbe Wirkung auf die Zirkulation eintreten müsse, wie dies WALDENBURG [17]) als physikalische Nothwendigkeit hingestellt hat; und der scheinbare Widerspruch zwischen meinen Beobachtungen und denen WALDENBURG'S erklärt sich aus dem Gesagten in sehr natürlicher Weise.

Deshalb überraschen mich auch nicht die verschiedenen Resultate, zu denen HÄNISCH in Greifswald [18]) einerseits und DROSDOFF und BOTSCHETSKAROFF in Petersburg [19]) andererseits bei ihren Untersuchungen über den Einfluss der verdichteten Luft auf das Herz, bezüglich des Blutdruckes gelangt sind. Während HÄNISCH bei Anwendung komprimirter Luft den Puls grösser, voller, gespannter fand, somit eine Steigerung des arteriellen Druckes konstatirte, beobachteten DROSDOFF und BOTSCHETSKAROFF ein sofortiges Sinken des arteriellen Blutdruckes, wenn sie ihre Versuchsthiere verdichtete Luft einathmen liessen.

Damit soll der bedeutende Einfluss der verdichteten und verdünnten Luft auch auf die Zirkulation durchaus nicht in Abrede gestellt werden; ich wollte mit obigen Bemerkungen nur andeuten, dass nebst den mechanischen Verhältnissen noch viele andere Momente eine grosse und nicht immer genau berechenbare Wirkung auf die Thätigkeit des Herzens ausüben, und dass selbst die rein mechanischen Verhältnisse der Athmung und des Blutlaufes in hohem Grade komplizirt sind und der Einfluss des veränderten Luftdruckes sich denn doch nicht so leicht schematisiren lässt, wie dies WALDENBURG zu können glaubte.

II.

Nach diesen, wenn vielleicht auch etwas weitläufigen, aber gewiss nicht überflüssigen Erörterungen über die physiologische Wirkung der verdichteten und verdünnten Luft, gehen wir nunmehr zur Besprechung der **therapeutischen Anwendung** derselben über.

Wie Sie aus dem bisher Gesagten ersehen, und wie Sie sich auch schon durch eigene Anschauung überzeugen konnten, wird durch die methodische Anwendung verdichteter und verdünnter Luft *die Athmungskraft vermehrt, die Pulmonalkapazität vergrössert und die Lungenventilation erhöht.*

Aus diesem Einflusse des künstlich veränderten Luftdruckes auf die Respiration ergeben sich als Anzeigen für die Anwendung der pneumatischen Heilmethode: *Schwäche der Athmungsorgane, verminderter Luftgehalt in den Lungen und unzureichende Ventilation in denselben.*

Indem sich diese Zustände fast bei allen Brustkrankheiten finden, könnte man kurz sagen, die Methode kann bei allen Erkrankungen der

[17]) Ueber die mechanische Wirkung des transportablen pneumatischen Apparates auf das Herz und die Blutzirkulation. Berliner klin. Wochenschrift Nr. 46 und 47, 1873.

[18]) Deutsches Archiv für klinische Medizin. 14. Bd. 1874.

[19]) Centralblatt für die mediz. Wissenschaften Nr. 5. 1875.

Athmungsorgane angewendet werden, selbstverständlich mit Ausnahme der akuten und fieberhaften, für welche dieselbe in Folge der Anstrengung, die sie von Seiten der Patienten erheischt, nicht geeignet ist.

Dieser Satz ist jedoch zu allgemein gehalten und bei der Neuheit des Gegenstandes dürfte daher eine detaillirtere Angabe der Indikationen doppelt gerechtfertigt sein.

Die Anwendung der verdichteten und verdünnten Luft ist angezeigt:

1. Bei allgemeiner Schwäche der Athmungsorgane.

Diese Bezeichnung passt für alle jene Zustände, wo wohl noch keine ausgesprochene Krankheit in den Lungen nachzuweisen ist, wo aber die Entwicklung einer solchen zu befürchten steht. Es ist dies zunächst der Fall bei Individuen mit langem, schmalen, flachen, sogenannten paralytischen Thorax; ferner bei Personen, die in Folge ihrer Lebensweise nur selten tief und kräftig athmen; endlich überall dort, wo in Folge mangelhafter Ernährung, krankhafter Blutbeschaffenheit das Athmen kurz und oberflächlich ist, ohne dass man noch durch physikalische Untersuchung eine Veränderung in der Lunge nachweisen kann, wie man dies häufig bei anämischen und chlorotischen Personen beobachtet; endlich in Fällen von sogenannter Pleuritis sicca, wo durch die Verwachsung der Pleurablätter das Athmen häufig so schmerzhaft wird, dass die betreffenden Personen instinktiv immer nur ganz oberflächlich athmen. Diese Pleuritis adhaesiva chronica habe ich oft als erstes Symptom der Phthise beobachtet und sie dürfte nach meiner Erfahrung nicht selten selbst ein wichtiges ätiologisches Moment für die Entwicklung der Lungensucht abgeben.

In all' diesen Fällen wirkt die methodische Anwendung der verdichteten und verdünnten Luft zunächst als kräftige Brustgymnastik. Hier ist nicht so sehr die Zuleitung verdichteter Luft beim Einathmen oder der Gebrauch der verdünnten Luft beim Ausathmen von Wichtigkeit, als dass der Patient überhaupt genöthigt wird, kräftig und tief ein- und auszuathmen. Da jedoch, wie ich Ihnen früher auseinandergesetzt habe, beim Einathmen verdichteter Luft nicht nur die Inspiration wesentlich erleichtert, sondern dem Blute auch mehr Sauerstoff zugeführt wird, beim Ausathmen in verdünnte Luft nicht allein die Exspiration wesentlich erleichtert, sondern auch die Ausscheidung der Kohlensäure vermehrt wird, so werden wir durch die pneumatische Heilmethode jedenfalls noch bessere Resultate erzielen, als durch die einfache Brustgymnastik.

Sie selbst haben von den hier auf der Poliklinik behandelten Patienten wiederholt versichern gehört, dass sie sich namentlich nach Ausathmung in verdünnte Luft jedesmal auf der Brust erleichtert, freier fühlen, und Sie konnten sich auch durch Messungen überzeugen, dass die vitale Lungenkapazität sich bedeutend erhöht und der Thorax in kurzer Zeit an Umfang zugenommen hat.

Ich lasse in diesen Fällen gewöhnlich zuerst einmal die Glocke des äquilibrirten Apparates durch möglichst kräftige Exspiration in die Höhe (bis 100 Centimeter hoch) treiben. Je nach der Stärke und der vitalen Lungenkapazität des Patienten reichen hiezu 20—40—50 Exspirationen aus. Nach dieser einfachen Brustgymnastik, die ich zugleich für die Beurtheilung der vitalen Lungenkapazität benütze, indem ich

die Menge der ausgeathmeten Luft notire (bekanntlich entspricht bei meinem Apparate jeder Centimeter, um den die Glocke steigt, 500 Kubik-Centimeter Luft), gehe ich zur Anwendung der verdichteten Luft über. Zu diesem Zwecke darf jedoch nicht die schon in der Glocke enthaltene Luft verwendet werden, sondern diese wird entfernt, indem man den Hahn (*T*) öffnet und die Rollen lockert, worauf die Glocke durch ihre eigene Schwere die Luft hinaustreibt. Nun werden die Aequilibrirkugeln wieder aufgezogen, die losen Rollen durch Zurückschieben der Stifte befestigt, sodann eine beliebige Anzahl von Gewichten angehängt. Jetzt wird der Hahn (*T*) abermals geöffnet oder der Schieber (*N*) niedergedrückt (es kann auch Beides gleichzeitig geschehen). In Folge des Eintrittes der äussern Luft in die Glocke steigt diese in die Höhe. Ist sie bei 100 Centimeter angelangt, so werden die Hähne wieder geschlossen, die Gewichte abgenommen, die Rollen durch Vorschieben der Stifte gelockert, und so die Aequilibrirgewichte freigemacht. Dies bewirkt, dass die im Apparate befindliche Luft etwa um $^1/_{40}$ Atmosphärendruck komprimirt wird. Will man stärkere Kompression der Luft, so müssen in der früher beschriebenen Weise die Schnüre der innern losen Rollen (*F*) über die untern Rollen (*Q*) geführt werden, wodurch die Glocke nach unten gezogen wird.

Zu therapeutischen Zwecken reicht jedoch meist der Druck, wie er durch die Schwere der Glocke allein bewirkt wird, vollkommen aus.

Jetzt führt der Patient das Mundstück *Y* in den Mund oder nimmt die Maske (*X*) vor Mund und Nase, drückt den Schieber nieder und athmet ein. Die Luft wird nun unter entsprechend starkem (am Manometer ablesbarem) Drucke aus dem Apparate in die Lungen einströmen. Nachdem der Patient eingeathmet hat, nimmt er jedes Mal das Mundstück aus dem Munde oder die Maske vom Gesichte und athmet in die äussere Luft aus. Intelligente Patienten erlernen übrigens bald den Schuber so dirigiren, dass sie ihre Athmungswege nach Belieben mit der äusseren oder der Glockenluft in Verbindung bringen können, ohne erst das Mundstück aus dem Munde oder die Maske vom Gesichte nehmen zu müssen.

Mit 20—40 tiefen Inspirationen ist die komprimirte Luft des Apparates eingeathmet und die Glocke wieder am Boden.

Nach einer Pause von einigen Minuten schreitet man sodann zur Exspiration in verdünnte Luft.

Die Aequilibrirgewichte werden wieder aufgezogen, die Rollen befestigt, die Hähne gesperrt. Jetzt werden die Gewichte behufs Verdünnung der Luft angehängt, und zwar genau entsprechend dem Grade der gewünschten Verdünnung.

Ich verwende Anfangs gewöhnlich 5 und steige später auf 10, 15, 20 Kilo $=$ $^1/_{100}$ — $^1/_{25}$ negativen Atmosphärendruck.

Patient benützt abermals Mundstück oder Maske in der früher geschilderten Weise, nur dass er jetzt die Kommunikation zwischen seinen Athmungs-Organen und dem Apparate während der Exspiration herstellt, und sie während der Inspiration mit diesem unterbricht, um sie mit der äusseren Atmosphäre herzustellen, d. h. er athmet in verdünnte

Luft aus und athmet die ihn umgebende Atmosphäre ein. Dieselben Patienten, die früher, um die Glocke des äquilibrirten Apparates 100 Centimeter hoch zu bringen, 20—50 Mal exspiriren mussten, werden dies jetzt häufig mit 15—30 Athemzügen erreichen.

Ist die Glocke 100 Centimeter hoch gestiegen, so lässt man die Luft in der früher angegebenen Weise aus dem Apparate wieder heraus, indem man die Rollen lockert und die Hähne öffnet.

Während die Glocke heruntersinkt, ruht der Patient wieder aus, um nach einer Pause von einigen Minuten die Prozedur auf's Neue zu beginnen, die in der angegebenen Weise 2—4 Mal wiederholt wird. Da ich fast in allen Fällen auf die Exspiration in verdünnte Luft mehr Werth lege, als auf die Inspiration verdichteter Luft, lasse ich letztere Prozedur gewöhnlich nur 1 Mal, erstere dagegen 3 und auch mehr Mal vornehmen. — Dies geschieht sodann durch mehrere Wochen täglich.

Der Erfolg dieser Behandlung ist oft überraschend. Man kann in der Mehrzahl der Fälle nicht allein eine subjektive Besserung konstatiren, sondern sich auch durch objektive Untersuchung von dem Einflusse dieser Methode auf die Respirationsorgane überzeugen.

Ich habe Fälle dieser Art beobachtet, wo der Brustumfang sich schon nach kurzer Zeit, nach 4- bis 6wöchentlicher Behandlung, um 1 bis 3 Centimeter erweiterte und die vitale Lungenkapazität um 500 bis 1000 Kubikcentimeter und darüber sich erhöhte.

Die hier gemachten allgemeinen Bemerkungen sind wohl klar genug, ohne dass sie erst durch kasuistische Mittheilungen erhärtet werden müssten.

2. Bei chronischen Bronchialkatarrhen mit ihrer lästigen Dyspnoë, ihrem quälenden Husten, ihrer profusen Sekretion leistet die Anwendung unserer Methode ebenfalls oft gute Dienste. Wenn ich auch der Inspiration der verdichteten Luft keine so überraschenden Erfolge nachrühmen kann, wie SOMMERBRODT [20]), — der mitunter schon nach einmaliger Anwendung derselben den Husten aufhören, die Expektoration vermindern, den nächtlichen Schlaf wiederkehren, Dyspnoë und Asthma schwinden sah, — war ich doch von den Resultaten im Ganzen genommen sehr befriedigt. Der Katarrh nimmt zumeist in Folge der Inspiration komprimirter Luft bald ab, der Husten lässt nach, in Folge der besseren Lungenventilation und theilweise auch in Folge des erhöhten Druckes wird auch mehr Sauerstoff in's Blut aufgenommen und dadurch nicht allein die Lungenkapazität erhöht, sondern der ganze Stoffwechsel wohlthätig angeregt.

Bei Bronchialkatarrhen wird von den meisten Autoren, die bisher über diesen Gegenstand geschrieben haben, besonders die verdichtete Luft gerühmt; ich kann jedoch auch in diesen Fällen die Exspiration in verdünnte Luft mehr empfehlen, indem sie hier zugleich als vorzügliches Expectorans dient. Patienten, die nur schwer expektorirten, wo früher alle gebräuchlichen Medikamente ohne besonderen Nutzen vorabreicht worden waren, haben jedesmal nach der Exspiration in verdünnte

---

[20]) J. Sommerbrodt. Berliner klinische Wochenschrift Nr. 15 u. 31, 1874.

Luft leicht und viel expektorirt und sich schon dadurch wesentlich besser gefühlt.

Bei dieser Gelegenheit sei noch erwähnt, dass in einzelnen Fällen von Bronchitis und Emphysem erwünscht sein kann, mit der komprimirten Luft zugleich gewisse Medikamente inhaliren zu lassen. CUBE in Mentone[21]) setzt zu diesem Behufe seinen Apparat mit einer Wulf'schen Flasche in Verbindung, füllt diese mit Wasser, in welches er sodann flüchtige Stoffe enthaltende Medikamente gibt (Fichtennadelöl, Terpentinöl, Karbolsäure u. s. w.). DOMANSKI in Krakau[22]) gibt, anstatt die Wulf'sche Flasche mit Wasser zu füllen, Watta in dieselbe, auf welche das Medikament gegossen wird. — TOBOLD[23]) hat an meinem Apparat eine Vorrichtung angebracht, die den Zweck hat, die komprimirte Luft vor der Einathmung zu erwärmen. Die Vorrichtung besteht aus einem einfachen Wasserbehälter aus Weissblech, in welchem sich ein schneckenartig gewundener Behälter befindet, dessen Enden zwischen Apparat und Hahn durch Verbindungsschläuche einzuschalten sind. Durch Erwärmung des Wassers wird auch die die Schnecke passirende Luft erwärmt. Will man der einzuathmenden komprimirten Luft Gase, insbesondere Sauerstoff beimengen, eignet sich hiezu wohl am besten der von mir in meiner ersten Publikation empfohlene Apparat für Zuleitung von Gasen. Es ist dies ein gewöhnlicher Gasometer, in den das Gas früher gegeben und von wo es mit Leichtigkeit in den Apparat hineingeleitet wird. — Da ich heute nicht auch über die Einathmung von Gasen und Medikamenten, sondern nur von der Anwendung der verdichteten und verdünnten Luft sprechen will, mögen darüber für jetzt die wenigen Andeutungen genügen.

3. Bei Lungenkatarrhen und bei beginnender Phthise.

Auch in diesen Fällen habe ich von der Anwendung unserer Methode sehr gute Erfolge gesehen. Wenn ich auch im Gegensatze zu manchem meiner sanguinischen Kollegen nicht glaube, dass durch die komprimirte Luft eine schon vorgeschrittene Lungeninfiltration behoben wird, kann doch unstreitig durch abwechselnde Anwendung der verdichteten und verdünnten Luft die Athmungskraft bei diesen zumeist eng- und schwachbrüstigen Personen bedeutend gefördert und der Gasaustausch in den Lungen wesentlich erhöht werden. Vielleicht kann auch der Blutzufluss zu den Athmungsorganen bei Beachtung jener Momente, die wir bei Erörterung des Einflusses des veränderten Luftdruckes auf die Zirkulation besprochen haben, einigermassen regulirt und dadurch die Ernährung der Lunge gefördert werden.

In allen von mir beobachteten, hieher gehörigen Fällen sah ich bedeutende Erleichterung und Besserung des Gesammtzustandes eintreten, insbesondere was die subjektiven Beschwerden der Kranken betrifft. Aber auch objektiv konnte ich nicht nur eine Erweiterung des Thorax und

---

[21]) Berliner klinische Wochenschrift Nr. 4, 1874.
[22]) Berliner klinische Wochenschrift Nr. 1, 1875.
[23]) Deutsche Klinik Nr. 11, 1875.

eine Vermehrung der vitalen Lungenkapazität konstatiren, sondern mich wiederholt auch von einem Voller- und Hellerwerden des Perkussionsschalles, namentlich an den Lungenspitzen, überzeugen; ebenso konnte ich oft daselbst ein deutliches Athmungsgeräusch hören, während früher an derselben Stelle kein solches zu vernehmen war. Wohl ein Zeichen, dass nun die Luft auch in solche Endbläschen der Lungen eingedrungen war, wo sie früher bei dem gewöhlichen Athemholen nicht hingekommen war. Ich sehe dies jedoch nicht immer, wie manche andere Autoren, als Beweis für das Schwinden, resp. für die Heilung einer früher bestandenen Lungeninfiltration an, sondern glaube, dass in Folge des erhöhten Luftdruckes nunmehr auch den durch superfizielle Respiration schon zusammengefallenen, atelektatischen Lungenalveolen Luft zugeführt wird. Von welcher Bedeutung aber die Luftzufuhr bis in die peripherstem Lungentheile für den ganzen Organismus und insbesondere für Athmungsorgane ist, braucht wohl nicht erst besonders betont zu werden.

In all' diesen Fällen kann man ebensowohl verdichtete als verdünnte Luft anwenden, jedoch immer nur erstere zur Unterstützung der Inspiration, letztere behufs Erleichterung der Exspiration.

Aus der grossen Reihe von hieher gehörigen Fällen, die wir mit Erfolg behandelt haben, seien die folgenden zwei kurz erwähnt.

Stud. Med. H. K., früher immer gesund, bekam im vorigen Jahr einen leichten hämoptoischen Anfall, dem bald Athembeschwerden, Beklemmung und asthmatische Anfälle folgten. Er litt fortwährend an Lufthunger, welches Gefühl sich bei jeder körperlichen und geistigen Anstrengung steigerte. Die Untersuchung der Lunge ergab blos an den Spitzen einen etwas mattern Schall und etwas rauheres Athmen. Eine bedeutende Veränderung in der Lunge war durchaus nicht nachweisbar. Patient wurde auch von Prof. BAMBERGER und Prof. DUCHEK wiederholt untersucht, ohne dass diese gewiss kompetenten Diagnostiker eine Erkrankung der Lunge nachweisen konnten. Patient kam zu mir, und schon nach wenigen Tagen, wo er den Respirationsapparat, und zwar hauptsächlich verdünnte Luft gebrauchte, fühlte er sich wesentlich erleichtert, und nach 4—6wöchentlicher Behandlung war der Lufthunger gänzlich geschwunden. Nach 3 Monaten stellte sich abermals eine geringe Mahnung des früheren Leidens ein, nach einigen In- und Exspirationen mittelst des pneumatischen Apparates war die Athemnoth auch schon wieder behoben. Patient hatte, als er sich das erste Mal vorstellte, eine ausserordentlich geringe vitale Lungenkapazität, die sich von Tag zu Tag merklich vergrösserte.

Ein anderer Fall betrifft eine junge Dame, Frau A. P., mit geringer Lungenspitzen-Infiltration. Sie hüstelte schon seit mehreren Jahren, hatte auch öfter blutige Sputa und litt in letzterer Zeit an Athemnoth und Beklemmung. Bei einer zufälligen Anwesenheit in Berlin konsultirte die Dame daselbst Professor WALDENBURG, der ihr die pneumatische Behandlung empfahl. Sie befolgte den Rath, gebrauchte durch 4—6 Wochen bei mir die Kur, theils mittelst verdichteter, theils mittelst verdünnter Luft, und schon nach Kurzem fühlte sie sich wesentlich besser

und nach einigen Wochen ganz wohl. Die objektiven Veränderungen in der Lunge entsprachen genau dem gebesserten subjektiven Befinden.

4. Den grössten und einen wahrhaft kurativen Werth hat jedoch die pneumatische Behandlung beim Lungenemphysem.

Bekanntlich beruht das Emphysem zunächst auf einer verminderten Elastizität der Lungenalveolen, wozu sich im weiteren Verlaufe ein mehr oder weniger ausgebreiteter Schwund einzelner alveolarer Zwischenwände gesellt. Wird schon in Folge der verminderten Elastizität der Lungen das Athmen wesentlich erschwert, so werden diese Athembeschwerden später durch die Rarefaktion des Lungengewebes noch bedeutend gesteigert. Insbesondere ist es aber die Exspiration, die beim Lungenemphysem sehr erschwert ist. Die Inspiration wird, namentlich im Beginne der Erkrankung, nicht beeinträchtigt, ja sie müsste, wenn blos die verminderte Elastizität allein in Betracht käme, sogar erleichtert werden. Da aber die ihrer Elastizität beraubten Lungen bei der Exspiration sich nicht entsprechend retrahiren können, so wird auch bei der darauf folgenden Inspiration die Exkursion der Lunge eine kleinere sein müssen; in Folge dessen wird auch der Gasaustausch (sowohl die Aufnahme von Sauerstoff als die Ausscheidung von Kohlensäure) immer ein geringerer und die Dyspnoë beim Emphysem fast konstant sein. Alle diese Zustände werden sich natürlich noch steigern, wenn sich zum Lungenemphysem Katarrh hinzugesellt, wie dies ja so häufig der Fall ist.

Lassen wir nun einen Emphysematiker in die verdünnte Luft meines Respirationsapparates ausathmen, so wird er zunächst jene Luft exspiriren, die auch beim Athmen in der gewöhnlichen Atmosphäre in Folge der Retraktion der Lungen exhalirt würde; da aber die Lungen unseres Patienten nunmehr mit einem Luftrezipienten in Verbindung stehen, in welchem sich verdünnte Luft befindet, so wird die Lungenluft nach dem Gesetze der Diffusion der Gase ausströmen; ja bei stärkerer Luftverdünnung könnte man es dahin bringen, dass nicht nur bei verminderter, sondern auch bei gänzlich aufgehobener Elastizität der Lunge alle Luft bis auf den letzten Rest herausgepumpt würde. Dies ist jedoch durchaus nicht nothwendig. Für unsere Zwecke genügt es (ein Mehr wäre geradezu schädlich), den Patienten in eine verdünnte Luft (von $^1/_{60}$, $^1/_{40}$—$^1/_{20}$ neg. Druck) exspiriren zu lassen und dadurch die Ausathmung zu unterstützen. Ist beim Emphysem gleichzeitig ein stärkerer Bronchialkatarrh vorhanden, so empfehlen sich nebst Exspirationen in verdünnte Luft auch Inspirationen von verdichteter Luft. Das Wesentliche bleibt aber die Exspiration in verdünnte Luft.

Die Patienten fühlen sich schon nach wenigen Athemzügen wesentlich erleichtert. Aber nicht allein subjektive Besserung, auch wirkliche Heilung des Lungenemphysems kann durch diese mechanische Behandlung erzielt werden, wenn die Krankheit noch nicht zu weit vorgeschritten, wenn noch keine unheilbaren Zerstörungen des Lungengewebes vorhanden sind.

5. Ebenso günstige Resultate erzielte ich in einigen Fällen von nervösem Asthma; d. h. bei jenen Formen von Asthma, wo auch bei

der genauesten physikalischen Untersuchung eine krankhafte Veränderung in den Lungen und im Herzen nicht nachzuweisen — sondern die Athemnoth nur die Folge einer Innervationsstörung ist. Es würde mich von meinem Gegenstande zu weit ablenken, wollte ich heute auf die verschiedenen Theorien über das essentielle Asthma eingehen. Für mich beruht das Wesen desselben auf einer Reizung des Vagus. Ob diese dann zu einer tonischen Kontraktion der mittleren und feineren Bronchien (BIERMER) oder zu einer Erweiterung der Blutgefässe in den Lungen (WEBER) führt, lässt sich nicht leicht entscheiden.

Die grösste Wahrscheinlichkeit spricht für die zuerst von ROMBERG und dann auch von BERGSON ausgesprochene und neuerdings von BIERMER durch genaue klinische Beobachtungen in scharfsinniger Weise physiologisch und pathologisch begründete Ansicht, dass das Asthma auf einem Krampf der feineren Bronchien beruht.

Auf einem vollständigen Verkennen des Wesens des Asthma basirt die neuestens von STÖRK aufgestellte Behauptung[24]), dass das Asthma blos die Folge einer akuten Anschwellung der Schleimhaut der Bronchiolen wäre. Es kommen wohl beim Emphysem häufig asthmatische Beschwerden in Folge eines akuten Bronchialkatarrhs vor, aber diese dürfen nicht verwechselt werden mit dem reinen nervösen Asthma. Wohl kommt es auch da öfter zu einer profusen Sekretion in den feinen Bronchien, aber nicht vor dem Anfalle, sondern erst nach längerer Dauer oder am Ende desselben. Die Sekretionsstörung ist hier die Folge und nicht die Ursache des Asthma-Anfalles.

Uebrigens ist die von STÖRK vertretene Ansicht nicht neu; schon ROSTAN spricht sich 1818 gegen das „spasmodische" Asthma von LAENNEC aus, und auch LOUIS (1837) betrachtet dasselbe nur als eine Folge des Emphysems und nicht als selbstständige Erkrankung. Ebenso sieht BEAU (1856) das Asthma als Folge eines Katarrhs an, während TROUSSEAU in seiner berühmten Clinique médicale (1868) das essentielle Asthma als Bronchialkrampf auffasst und zugleich die Sekretionsanomalien schon richtig als reflektorisch erkennt.

Meine eben nicht geringen Erfahrungen auf diesem Gebiete sprechen gleichfalls für die letztere Anschauung. Es gibt unzweifelhaft ausser dem Asthma bei akuten Katarrhen, namentlich bei Emphysem, ein von jenem völlig verschiedenes, rein nervöses Asthma, ohne nachweisbare Erkrankung der Lunge, das aber bei längerer Dauer und häufigen Wiederholungen allmälig zum Emphysem führen kann.

So erinnere ich mich an eine Dame meiner Klientel (Frau Th. R., etwa 30 Jahre alt, kinderlos), die Jahre hindurch an häufig wiederkehrenden nervösen asthmatischen Anfällen litt. Sie wurde wiederholt von den Professoren SKODA, DUCHEK und anderen Autoritäten untersucht (an der Richtigkeit der Diagnose kann somit nicht gezweifelt werden), die Lunge und das Herz jedoch immer normal gefunden. Die Anfälle begannen mit Athemnoth, die sich bald bis zu hochgradiger Beklemmung

---

[24]) Mittheilungen über Asthma bronchiale etc. etc. 1875.

steigerten. Zu Beginn des Anfalles hörte man immer nur ein lautes rauhes Inspirium und ein pfeifendes Exspirium und erst nach einigen Stunden stellte sich nebst Pfeifen auch klein- und grossblasiges Rasseln ein. Die Anfälle dauerten gewöhnlich mehrere Stunden, oft aber auch ein bis zwei Tage; worauf dann ein vollständiges Wohlbefinden eintrat. Alle angewandten Mittel blieben fruchtlos. Die Anfälle kamen immer wieder. Im vorigen Jahre wandte sich Patientin — nachdem ich sie längere Zeit nicht gesehen hatte — wieder an mich, und jetzt konnte ich ein zwar nicht hochgradiges, aber unzweifelhaftes Lungenemphysem nachweisen. — Eine sechswöchentliche pneumatische Behandlung (Exspiration in verdünnte Luft) stellte sie nunmehr gänzlich her; Patientin fühlt sich so wohl wie seit Jahren nicht.

Noch lehrreicher in dieser Beziehung ist der folgende Fall, an den sich die Herren, welche meine poliklinische Abtheilung seit längerer Zeit besuchen, erinnern werden. Der Mann (Fr. K., Kappenmacher aus Wien, 45 Jahre alt) stand bereits vor acht Jahren in meiner Behandlung, u. z. wegen eines Kehlkopfpolypen, den ich damals mittelst der galvanokaustischen Schlinge abtrug. [25]) Er litt zu jener Zeit an häufigen asthmatischen Anfällen, die zumeist nach Mitternacht eintraten und gewöhnlich 2—3 Stunden anhielten. Im December 1867 hatte er einmal einen derartigen bedrohlichen Erstickungsanfall, dass der ihn behandelnde Arzt schon die Tracheotomie machen wollte. Professor OPPOLZER, der zur Konsultation zugezogen wurde, sprach sich dagegen aus, da keine Erstickung zu besorgen wäre. Der Scharfblick OPPOLZER's bewährte sich auch da, der Anfall ging, wenn auch erst nach mehr als 12stündiger Dauer, vorbei. Den nächsten Tag fand ich bei der laryngoskopischen Untersuchung einen langgestielten Polypen, vom innern Rande des rechten Stimmbandes ausgehend, der frei in die Luftröhre hinabhing, wie eine Birne an einem langen Stengel. Ich sprach damals die Ansicht aus, dass vielleicht der Polyp durch sein Hinabragen in die Luftröhre die Schleimhaut derselben reizen dürfte, und von hier aus auf reflektorischem Wege die Beklemmungs- und Erstickungsanfälle erzeugt würden. Die Indikation war somit klar: Entfernung des Polypen. Und in der That hörten die Anfälle nach der Operation vollständig auf. Aber wie ich später erfuhr, nur für einige Monate. Nach dieser Zeit kamen erst leichte, dann immer ernstere Mahnungen in Form von schnell vorübergehendem Angstgefühl, später kamen Athembeschwerden und endlich auch wieder ausgesprochene asthmatische Anfälle. Er suchte nun bei verschiedenen Aerzten Hilfe, doch vergeblich. Vor einigen Monaten kam er wieder hieher auf die Poliklinik, und da konnten wir ein ziemlich hochgradiges Emphysem konstatiren. Ausser den beständigen, dem Emphysem entsprechenden Athembeschwerden litt er in letzterer Zeit wieder an ziemlich häufigen, immer in der Nacht auftretenden asthmatischen Anfällen. Die Anfälle dauerten gewöhnlich mehrere Stunden und erreichten dann einen fürchterlichen Grad. Patient kam

---

[25]) Joh. Schnitzler: Ueber die Anwendung der Galvanokaustik bei Kehlkopfpolypen. Wiener Mediz. Presse Nr. 26. 1867.

sehr oft des Morgens noch mitten im Anfalle auf die Poliklinik, um hier von dem Respirationsapparate Gebrauch zu machen. Er leistete ihm auch in der That jedes Mal treffliche Dienste, indem schon nach wenigen Inspirationen verdichteter Luft, auf die ich allsogleich einige Mal in verdünnte Luft exspiriren liess, wesentliche Erleichterung eintrat. Allmälig trat auch eine Besserung in seinem ganzen Befinden ein, indem die Anfälle seltener und weniger intensiv wurden. Patient begnügte sich mit diesem Resultate, und nachdem er wieder seinem Berufe nachgehen konnte, unterbrach er die Kur und liess seitdem nichts von sich hören.

Auch die ätiologischen Momente, d. h. die entfernteren Ursachen des nervösen Asthma sind bis heute nichts weniger als geklärt. Wir wissen nur so viel, dass Personen ohne nachweisbare Ursache zumeist plötzlich, am häufigsten während der Nacht, ein Gefühl der Beklemmung bekommen, das sich bald zu hochgradiger Athemnoth steigert. Dabei ist sowohl die In- als Exspiration sehr erschwert, die Herzaktion erregt, der Puls klein, unregelmässig. Der Athmungsakt selbst wird gewöhnlich erst bei längerer Dauer des Anfalles geräuschvoll. Man hört beim Inspirium ein lautes, zumeist im Kehlkopf, in der Luftröhre und in den grösseren Bronchien entstehendes pfeifendes Geräusch, worauf ein bald kürzeres, bald längeres Exspirium erfolgt, mit pfeifendem, zumeist in den feineren Bronchien entstehendem Rasseln. Allmälig verbreiten sich die gross- und kleinblasigen Rasselgeräusche über die ganzen Athmungswege. Dabei wird das Athmen immer schwerer, alle In- und Exspirationsmuskeln arbeiten mit grosser Anstrengung. Im ganzen Wesen des Leidenden prägt sich eine unsägliche Angst aus. Ein solcher Anfall dauert oft nur einige Minuten, oft aber viele Stunden, zuweilen mit kurzen Intervallen mehrere Tage. Ist der Anfall vorüber, so fühlen sich die betreffenden Personen bald wieder wohl und glauben sich schon von ihrem Leiden befreit, bis ein neuer Anfall ihre Illusion zerstört.

In letzterer Zeit hat mir der Zufall ziemlich viele Fälle von Asthma zugeführt, bei denen ich unsere respiratorische Therapie mit geradezu überraschendem Erfolge angewendet habe. Ich habe auch hier zeitweilig verdichtete Luft inspiriren und in verdünnte exspiriren lassen; doch wandte ich Letzteres viel häufiger und mit besserem Erfolge an. Die Anfälle wurden bei Allen ausnahmslos seltener und schwächer und bei zweien verschwanden sie nach mehrwöchentlicher Behandlung ganz. Nun weiss ich sehr wohl, dass kürzere oder längere Pausen auch bei Anwendung anderer Heilmittel eintreten, wie denn überhaupt die freien Intervalle zur Regel beim Asthma gehören. Die Besserung war jedoch bei der pneumatischen Behandlung eine so auffällige und konstante, dass an der wohlthätigen Wirkung derselben nicht gezweifelt werden kann.

Bei einzelnen Patienten, die jedesmal vor dem eigentlichen Anfalle dyspnoische Beschwerden als sichere Vorboten eines Asthma-Anfalles empfanden, wurde nicht nur die Dyspnoë stets rasch behoben, sondern es konnte namentlich durch Ausathmen in verdünnte Luft auch dem asthmatischen Anfalle fast immer vorgebeugt werden.

Als ein besonders lehrreicher Beitrag für den grossen Werth der pneumatischen Heilmethode sei noch der folgende Fall in Kürze erzählt.

Im Oktober v. J. kam ein russischer Oberst (Namens Bachmanoff) zu mir, um meine Hilfe gegen seine seit vielen Jahren bestehenden Athembeschwerden, die in letzterer Zeit einen fürchterlichen, nicht weiter erträglichen Grad erreicht hätten, in Anspruch zu nehmen. Er hatte in Rom, wo er sich eben zur Kur aufhielt, von einem meiner Schüler, Dr. Gelstrom, von der neuen pneumatischen Heilmethode gehört und war direkt hieher gekommen, um noch, wie er meinte, dieses letzte Mittel zu versuchen.

Von anamnestischen Daten hebe ich folgendes hervor: Oberst Bachmanoff, jetzt 48 Jahre alt, von grossem Wuchse und starkem Körperbau, litt schon in frühem Alter öfter an Bronchialkatarrhen, die durch die vielen Strapazen, denen er als Militär ausgesetzt war, immer häufiger und intensiver wurden. Allmälig stellten sich Athembeschwerden und später auch asthmatische Anfälle ein, die im Jahre 1870 einen solchen Grad erreichten, dass, wie er sich ausdrückte, der Tod ihm wie eine Wohlthat des Himmels erschienen wäre. Unter der Behandlung von Prof. Botkin in Petersburg trat einige, doch nicht allzu lange anhaltende Besserung ein. Die verschiedenen klimatischen Kurorte im Süden Russlands übten nur wenig Einfluss auf sein Befinden. Im Sommer 1873 kam er nach Deutschland und wurde hier unter Anderen von Prof. Friedreich in Heidelberg durch mehrere Monate behandelt, und zwar sollen zu jener Zeit sich bereits unverkennbare Erscheinungen beginnender Wassersucht bei ihm gezeigt haben. Im Winter ging er nach Rom, wo er in dem milden Klima Roms und unter der Behandlung von Prof. Baccelli sich etwas erholte. Doch waren die Athembeschwerden noch immer sehr hochgradig und die asthmatischen Anfälle ziemlich häufig.

In diesem Zustande kam er nun zu mir. Ich fand, wie schon erwähnt, einen Mann von 48 Jahren, der aber viel älter aussah, der Wuchs war hoch, der Körperbau kräftig, aber wie man auf den ersten Blick erkennen konnte, von Leiden gebrochen. Die Gesichtsfarbe war fahl, das Auge matt. Das Sprechen fiel ihm schwer. Nur mit Mühe konnte er einen Satz zu Ende sprechen, er musste zwischen den einzelnen Worten immer pausiren, um Athem zu holen. Die Athemnoth war hochgradig. Sie steigerte sich bei jeder Bewegung. Treppensteigen war ihm fast unmöglich. Der Aufenthalt in jedem geschlossenen Raum war ihm zur Qual, mit mehreren Personen in einem Zimmer weilen, verursachte ihm Beklemmungen. In der Nacht wurde er oft von asthmatischen Anfällen geweckt, obgleich er immer nur in grossen Zimmern schlief und auch da stets die Fenster offen hielt.

Bei der Untersuchung fand ich Folgendes: Der Thorax war breit und gewölbt, fassförmig. Das Athmen ganz oberflächlich und kurz, die Perkussion der Lungen ergab überall hellen und vollen, an einzelnen Stellen tympanitischen Schall. Die Lungenränder reichen vorn bis zum freien Rippenrand. Die etwas vergrösserte Leber um 2 bis 3 Centi-

meter hinabgedrängt. Das Herz von den ausgedehnten Lungenrändern ganz überdeckt. Athmungsgeräusch unbestimmt, namentlich rückwärts und unten von Pfeifen, Schnurren und Rasseln begleitet. Der Herzstoss in der Magengrube schwach zu fühlen, die Herztöne dumpf, ebenso die Töne in der Aorta, nur der zweite Pulmonalarterienton etwas stärker accentuirt. Der Puls klein, schwach. 84—90 in der Minute. Vitale Lungenkapazität 1000—1200 Kub.-Centimeter.

Mit Ausschliessung jeder andern Medikation begann ich sogleich mit der pneumatischen Behandlung, und zwar liess ich den Kranken fast ausschliesslich in verdünnte Luft exspiriren. Anfangs gebrauchte Patient eine Luftverdünnung von $^1/_{100}$ (negativen) Atmosphärendruck, ging dann bald auf $^1/_{50}$ und später auf $^1/_{40}$ Verdünnung über, nur ausnahmsweise versuchte ich manchmal $^1/_{25}$. Letztere Verdünnung vertrug er nicht mehr gut.

Ich liess den Patienten täglich 3—4 Mal den Apparat gebrauchen. Um die Glocke einmal von 0 auf 100 Centimeter zu bringen, musste er zu Beginn der Kur 40—50 Mal exspiriren. Er hatte somit eine hochgradige Exspirations-Insuffizienz. Dies änderte sich jedoch überraschend schnell, so dass Patient schon nach wenigen Tagen die Glocke mit jedem Athemzuge 4—5 Centimeter hob. Dem entsprechend besserte sich auch das Befinden im Allgemeinen und insbesondere die Dyspnoë. Schon nach wenigen Tagen konnte er mit Leichtigkeit die Treppen steigen, die asthmatischen Anfälle wurden immer seltener und waren jedesmal von kürzerer Dauer. Nach 14tägiger Behandlung durfte ich dem Patienten erlauben in's Theater (natürlich nur in das gut ventilirte Opferntheater) zu gehen; und der Mann, der seit fünf Jahren in keinem Zimmer bleiben konnte, wo sich mehrere Menschen aufhielten, blieb nunmehr bis zu Ende der Vorstellung im Theater, ohne die geringste Beklemmung zu verspüren. Damit war auch die schon erloschene Lebenslust wiedergekehrt, der Mann war kaum mehr derselbe. Nach vierwöchentlicher Behandlung konnte ich den Patienten für geheilt erklären, indem nicht allein die subjektiven quälenden Erscheinungen des Lungenemphysems fast ganz geschwunden waren (er konnte täglich stundenlang spazieren gehen, Treppen steigen, sich in geschlossenen Räumen aufhalten, ja selbst der Witterungswechsel, gegen den er früher so empfindlich war, focht ihn kaum mehr an), sondern auch die objektiv nachweisbaren Veränderungen in der Lunge waren geradezu überraschend. Die Perkussion zeigte deutlich eine Retraktion der Lunge; wenn sie auch noch immer etwas emphysematös war, und die Grenzen noch nicht die normalen waren, so liess sich dennoch unverkennbar eine bedeutende Verkleinerung namentlich am Ende einer kräftigen Exspiration nachweisen. Die vitale Lungenkapazität hatte sich bis auf 3000 Kubik-Centimeter gehoben, das Athmen war theils schwach, theils unbestimmt zu hören, aber nirgends mehr Pfeifen und Schnurren.

Der Kranke wünschte nun, nachdem er sich selbst für ziemlich geheilt hielt, den Winter zu seiner weiteren Erholung in Montreux zuzubringen, womit ich natürlich einverstanden war. Nur empfahl ich

ihm auch dort noch die pneumatische Kur fortzusetzen. Er befolgte den Rath und nahm von hier einen Respirationsapparat mit.

Vor Kurzem stellte sich Herr Oberst Bachmanoff wieder vor. Er war auf der Rückreise nach Russland. Nach drei Jahren konnte er in seine Heimat wiederkehren. Er fühlte sich vollkommen gesund, er empfand ein Wohlbehagen, eine Lebensfrische wie seit vielen Jahren nicht mehr. Die Untersuchnng ergab jetzt fast ganz normale Lungengrenzen. Die Herztöne waren heller, der Puls voller und kräftiger geworden.

Er hatte in Montreux den ganzen Winter über den pneumatischen Apparat in derselben Weise wie hier fortgebraucht und hatte während der ganzen Zeit keinen einzigen asthmatischen Anfall gehabt. Wenn er hie und da einen solchen herannahen fühlte, ging er nur zu dem Apparate, athmete einige Mal und der Anfall kam nicht zum Ausbruche.

Aehnliches beobachtete ich übrigens selbst öfter bei Herrn B. zu Beginn seiner Kur, und auch bei anderen Kranken gelang es zuweilen, einen asthmatischen Anfall zu coupiren, theils durch Einathmen verdichteter Luft, theils durch Ausathmen in verdünnte Luft.

Bei dieser Gelegenheit erzählte mir Herr Bachmanoff, dass er in Montreux auch bei anderen Brustkranken meinen Apparat mit gutem Erfolg anwandte.

Mehr interessirte mich jedoch noch die Mittheilung, dass auf seinen Rath seine Tochter, ein 18jähriges blühendes Mädchen, den Respirations-Apparat zur Stärkung ihrer Stimme (sie hatte eine sehr schöne, aber etwas schwache Sopranstimme), und zwar mit überraschendem Erfolge anwandte. Wenn Sie bedenken, welchen grossen Einfluss die Athmung auf die Stimme hat, werden Sie die Erzählung meines Patienten nicht nur glaubwürdig, sondern auch die Methode zu diesem Behufe nachahmenswerth finden. Ich habe sie auch bereits in einigen Fällen versucht und nicht ohne Erfolg.

6. Bei Erkrankungen des Kehlkopfes habe ich bisher von der pneumatischen Heilmethode verhältnissmässig seltener Gebrauch gemacht, weil nur bei wenigen Erkrankungen dieses Organes die Athmungsbeschwerden das vorherrschende Symptom sind, und dann haben wir für diese Fälle weit wirksamere Mittel. Indess kommen immerhin einzelne Fälle vor, wo namentlich die Inspiration verdichteter Luft mit einigem Nutzen angewendet werden kann.

So behandelten wir im vorigen Jahre hier an der Poliklinik ein Mädchen von etwa 24 Jahren, das an hochgradiger Dyspnoë litt, ohne dass sich in den Lungen eine Ursache dafür nachweisen liess. Bei der laryngoskopischen Untersuchung fand ich eine Parese der Erweiterer der Stimmritze. (Auf die Einzelheiten des auch sonst interessanten Falles einzugehen würde mich von meinem eigentlichen Gegenstande zu weit ablenken). Ich liess die Patientin durch einige Zeit verdichtete Luft einathmen, worauf sich die Athembeschwerden bedeutend mässigten, ohne dass ich jedoch einen wesentlichen Einfluss auf die Parese konstatiren konnte; diese wurde später durch Elektrizität gebessert.

Bei Stenosen des Larynx kann man, wenn diese eben nicht bedeutend sind, durch die pneumatische Behandlung Besserung der Athem-

beschwerden erzielen. Sind sie hochgradig, dann muss zu radikaleren Mitteln gegriffen werden.

Wir gelangen nun zur pneumatischen Behandlung der Herzkrankheiten.

WALDENBURG stellt für die Behandlung der Herzkrankheiten mittelst verdichteter und verdünnter Luft die folgenden Indikationen auf:

Die Inspiration verdichteter Luft wäre angezeigt bei jenen Erkrankungen des Herzens, wo der Abfluss des Blutes aus den Lungen oder dem linken Ventrikel gehemmt ist, also bei Affektionen des linken Herzens, bei Insuffizienz der Bikuspidal- und Aortenklappe und bei Stenosen im ost. venos. und arter. sinistr.

Die Exspiration in verdünnte Luft wäre indizirt, wo der Blutzufluss zu den Lungen vermindert, jener zu den peripheren Arterien dagegen vermehrt ist, also bei Erkrankung des rechten Herzens, bei Insuffizienz der Trikuspidal- und Pulmonalarterienklappe und bei Stenosen der betreffenden Ostien.

WALDENBURG empfiehlt bei Herzerkrankungen auch noch besonders die Ausathmung in verdichtete und die Einathmung verdünnter Luft, da nach theoretischen Raisonnements die letzteren Methoden sogar vorzuziehen wären; aber aus Gründen, die ich schon früher erörtert habe, bin ich auch hier nur für die Inspiration komprimirter und die Exspiration in rarefizirte Luft, denn wenngleich der Gaswechsel bei Behandlung von Herzkrankheiten nicht von solcher Wichtigkeit ist als bei Lungenerkrankungen, erfordert doch immerhin das Ausathmen in verdichtete Luft und das Einathmen verdünnter Luft solche Anstrengung von Seite der Respirationsorgane, dass diese Prozeduren bei Herzkranken mir nichts weniger als räthlich scheinen.

Besondere Erfolge habe ich übrigens bisher bei Herzkranken von der mechanischen Behandlung nicht beobachtet; im besten Falle sah ich nur vorübergehende Besserung. In manchen Fällen traten sogar bald Kopfschmerz, Schwindel, Ohrensausen, Flimmern vor den Augen ein, mit einem Worte solche Kongestionen zum Gehirn, dass die Behandlung ausgesetzt, mitunter auch ganz aufgegeben werden musste.

So bescheiden aber auch die bisherigen therapeutischen Ergebnisse der pneumatischen Behandlung bei Erkrankungen der Kreislaufsorgane sind, darf uns dies nicht abhalten, dieselbe in den geeignet scheinenden Fällen zu versuchen; indem sie nicht allein eine wissenschaftliche Basis hat, was man bekanntlich nicht von vielen unserer Heilmethoden sagen kann, sondern auch den Patienten eine wenn auch nicht immer anhaltende, doch oft wesentliche Erleichterung verschafft. Denn, wenn ich auch bei meinen Fällen nicht jene konstante Wirkung auf die Zirkulationsstörung selbst beobachtete, wie sie von anderen Autoren angegeben wird, gelang es mir doch oft genug, durch Anwendung verdichteter und verdünnter Luft bei den verschiedensten Herzerkrankungen einzelne beschwerliche Symptome, insbesondere die quälenden Athembeschwerden bedeutend zu mildern.

Sie haben gerade jetzt Gelegenheit, an der Poliklinik einen jungen Mann zu beobachten, der in Folge eines ziemlich hochgradigen Herz-

fehlers (Insuff. v. bicusp. et stenos. ost. ven. sinistr. im geringen Grade zugleich auch Aorteninsuffizienz nebst beginnender Stenose des betreffenden Ostiums) an beständigem, sehr lästigem Herzklopfen und quälenden, hochgradigen Athembeschwerden leidet, zu denen sich öfters auch noch asthmatische (stenokardische?) Anfälle hinzugesellen. Patient gebraucht nun seit einiger Zeit theils Inspirationen verdichteter, theils Exspirationen in verdünnte Luft, worauf die Athembeschwerden viel geringer werden, und die früher so häufigen asthmatischen Anfälle haben sich nach seiner Angabe gar nicht mehr eingestellt. Ich habe in diesem Falle wie in manchem anderen mich nicht streng an die von Waldenburg aufgestellten Indikationen gehalten, und wie Sie sehen, nicht zum Nachtheile des Kranken.

Diesem schönen Erfolge gegenüber darf ich nicht verschweigen, dass im vorigen Jahre bei einem ganz ähnlichen Herzfehler auf Inspiration verdichteter Luft ein höchst peinlicher stenokardischer Anfall folgte; während später bei Ausathmung in verdünnte Luft Patient sich, gegen alle Theorie, viel wohler fühlte.

Vor einiger Zeit hatten wir auch einmal Gelegenheit, die pneumatische Heilmethode bei einer Insuffizienz des Tricuspidalis mit Stenose des Ostium venos. dextr. anzuwenden. An der Richtigkeit der Diagnose war trotz der Seltenheit des Vorkommens dieser Klappenerkrankung nicht zu zweifeln. Die hochgradige Dilatation der rechten Herzhälfte (die Dämpfung reichte von der 2. bis zur 6. Rippe und ging 1—2 Centimeter über den rechten Sternalrand), das ausgedehnte systolisch-diastolische Geräusch (die beiden Geräusche waren zu einem verschwommen) gerade über dem Sternum in der Gegend der Ansatzstelle der 5. Rippe, das von dem auch über dem linken Ventrikel hörbaren Geräusch (es war eben auch eine Insuffizienz der Bicuspidalis und eine Stenose des Ost. venos. sinistr. vorhanden) wesentlich verschieden war, die scharfe Accentuirung des 2. Pulmonalarterientones und vor Allem das starke Pulsiren der Jugularvenen sprachen für die Diagnose, die übrigens auch von vielen anderen Aerzten bestätigt wurde. Das quälendste Symptom war für den Kranken die hochgradige Dyspnoë und gegen diese glaubte ich die Exspiration in verdünnte Luft versuchen zu müssen. Einige Tage schien es fast, als wenn der kleine und unregelmässige Puls grösser und regelmässiger würde. Einmal bekam jedoch Patient während der Respirationskur einen solch' heftigen Erstickungsanfall (woran er übrigens seit Jahren öfter gelitten hatte), dass ich von der ferneren pneumatischen Behandlung abstand, obgleich der Kranke darnach verlangte. Der Kranke erlag bald darauf seinen schweren Leiden. Die Sektion wurde bedauerlicher Weise nicht gestattet. *)

*) Während der letzten Tage machte ich eine Beobachtung, die ich nicht umhin kann zu erwähnen. Ein Schullehrer (R. K., 30 Jahre alt), der seit längerer Zeit an Herzklopfen und Athembeschwerden leidet, kam dieser Tage auf die Poliklinik, um daselbst ärztliche Hilfe zu suchen. Ich konstatirte eine nicht weit vorgeschrittene Insuffizienz der Bicuspidalis und Stenose des Ost. ven. sinistr. nebst entsprechend kompensatorischer Hypertrophie des Herzens. Ich liess den Kranken verdichtete Luft einathmen. Der früher kleine unregelmässige Puls wurde nach 10—20 tiefen Inspirationen grösser und regelmässiger;

Wenn auch im Allgemeinen die von WALDENBURG entwickelten Theorien über den Einfluss des veränderten Luftdruckes in den Lungen auf den Kreislauf richtig sind, werden Sie doch sowohl aus den früher entwickelten physiologischen Betrachtungen, wie auch aus den mitgetheilten Beobachtungen ersehen haben, dass ausser der Respiration noch andere Momente die Zirkulation wesentlich beeinflussen und dass etwas Skeptizismus in Betreff der therapeutischen Wirkung der verdichteten und verdünnten Luft bei Herzerkrankungen nicht ungerechtfertigt ist. Damit sollen jedoch die Verdienste WALDENBURG'S um die Einführung der pneumatischen Heilmethode bei Zirkulationskrankheiten nicht im Geringsten geschmälert werden.

---

was mich aber noch weit mehr überraschte, das frühere systolische Geräusch war verschwunden und an dessen Stelle jetzt ein ziemlich reiner Ton hörbar, der immer kräftiger wurde, je länger ich den Patienten verdichtete Luft einathmen liess. Ich versuche keine Erklärung dieses Phänomens zu geben, ich begnüge mich, das Faktum zu konstatiren. Ein Irrthum in Betreff des Thatsächlichen kann nicht obwalten, indem es nebst mir von mehreren Aerzten, darunter erfahrene Praktiker und geübte Diagnostiker, die gegenwärtig die Poliklinik frequentiren, gehört wurde.

III.

Ein neuer

kontinuirlich wirkender Respirationsapparat.*)

Seit HAUKE im Jahre 1870 seinen ersten „Apparat zur künstlichen Respiration" beschrieben hat, sind meines Wissens bereits über 10 verschiedene Vorrichtungen zu ähnlichem Zwecke, d. i. zur Beförderung der Athmung angegeben, und selbstverständlich jede derselben von dem Autor als die zweckmässigste gepriesen worden. Wie den Lesern wohl noch erinnerlich sein dürfte, habe auch ich vor etwa zwei Jahren einen Apparat behufs therapeutischer Anwendung verdichteter und verdünnter Luft konstruirt, und, wie das in der Natur der Sache gelegen, ebenfalls nicht ermangelt, die Vorzüge desselben gegenüber den anderen Apparaten hervorzuheben. Mit einiger Genugthuung darf ich jedoch hinzufügen, dass mein Respirationsapparat bei Allen, die denselben mit dem richtigen Verständnisse und der nöthigen Objektivität prüften, Anklang gefunden hat, und zwar nicht allein bei der grossen Zahl der nachsichtiger urtheilenden Praktiker, die denselben bei ihren Kranken anwandten, und die leicht geneigt waren, die therapeutischen Erfolge, welche sie in erster Linie der Methode verdankten, theilweise meinem Apparate zuzuschreiben, sondern auch bei Jenen, die denselben mit mehr kritischen Augen besahen. Selbst WALDENBURG, in dieser Frage gewiss ein kompetenter Beurtheiler und der als Erfinder eines transportablen pneumatischen Apparates in diesem Falle um so strenger urtheilen durfte, als sich ja mein Apparat ausdrücklich als eine Verbesserung des seinigen gab, konnte nicht umhin, diese und jene Vorrichtung an meinem Apparate zweckmässiger zu finden, ja in mancher Beziehung (so in der einfachen Berechnung des Rauminhaltes der Glocke) ihm sogar direkt den Vorzug vor seinem eigenen einzuräumen. [1])

---

*) Der hier beschriebene Apparat wurde zuerst auf dem 4. internationalen medizinischen Kongress in Brüssel am 21. Sept. 1875, sodann wieder in der Sitzung des Wiener medizinischen Doktoren - Collegiums vom 8. Nov. 1875 demonstrirt. Die obige Beschreibung ist ein unveränderter Abdruck aus Nr. 8 und 9 der „Wiener Medizinischen Presse" vom Jahre 1876.

[1]) Waldenburg sagt in seinem Werke „Die pneumatische Behandlung der Respirations- und Circulationsorgane" S. 170 wörtlich: „Uebrigens will ich trotzdem nicht verschweigen, dass in einer Beziehung, nämlich für die Berechnung des Rauminhaltes des inneren Cylinders, der Schnitzler'sche Apparat vor dem meinigen einen Vortheil gewährt, nämlich den, dass die Zahlen abgerundeter sind." — Jenes „übrigens" und „trotzdem" bezieht sich darauf, dass Waldenburg früher betont, dass mein Apparat nur eine Modifikation des seinigen sei, was ich übrigens bei der Beschreibung meines Respirations-Apparates ausdrücklich erklärt habe. Dass aber diese Modifikation zugleich eine Verbesserung ist, gesteht Waldenburg S. 169 wiederholt zu, und hat selbst bei seinen späteren Apparaten die eine und die andere der von mir angegebenen Aenderungen verwerthet. — Als Ergänzung und zugleich theilweise Bestätigung meiner

So sehr ich nun auch alle Ursache hatte, mit meinem Apparate zufrieden zu sein, war ich doch stets darauf bedacht, denselben in seinem Mechanismus zu vereinfachen und in seiner therapeutischen Verwendbarkeit zu vervollkommen.

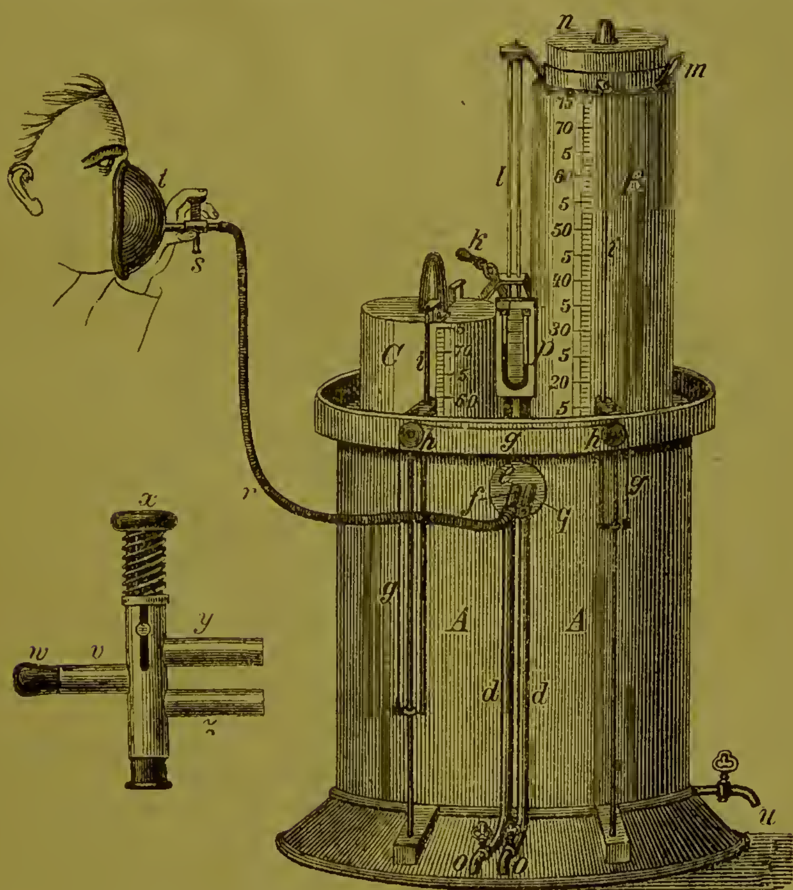
Und wenn es auch noch nicht gelungen ist, die kühne Idee jener sanguinischen Kollegen zu verwirklichen, die einen „pneumatischen Taschenapparat" haben möchten, den die Kranken immer mit sich tragen, um ihn im Nothfalle jedesmal allsogleich anwenden zu können, glaube ich doch, dass der Respirations-Apparat, den ich im Folgenden beschreibe, allen Anforderungen, die man an einen solchen zu stellen berechtigt ist, entsprechen dürfte, und hoffe damit zugleich auch Einiges zur Fortentwicklung der neuen in Wien inaugurirten pneumatischen Therapie beizutragen.

Mein neuer — und wie ich ihn zum Unterschied von dem früheren nennen möchte — kontinuirlich wirkender Respirations-Apparat besteht im Wesentlichen aus einem ovalen, 75 Ctm. hohen, 54 Ctm. langen und 27 Ctm. weiten, oben offenen und unten geschlossenen Blechgefässe *A*, in dem sich 2 Zylinder, *B* und *C*, ebenfalls aus Blech befinden, die oben geschlossen und unten offen sind, und die bei einer Höhe von 75 Ctm. einen Durchmesser von 25,25 Ctm. haben. Aus den Deckeln der beiden Zylinder ragt je eine 5 Ctm. hohe und 2,5 Ctm. weite Kuppel hervor. (Als unwesentlich sei hier noch erwähnt, dass das äussere Gefäss oben mit einer 5 Ctm. hervorragenden und 5 Ctm. hohen Erweiterung und mit einem fast ebenso breiten, nur etwas geschweiften Fusse versehen ist.) Durch die Mitte der beiden Zylinder gehen zwei etwas über 2 Ctm. weite Röhren *d d*, die nach oben bis zur Spitze der Kuppel reichen, sodann, am Boden des äusseren Gefässes

---

früher in der „Med. Presse", Nr. 4—8 1874, und in der „Wiener Klinik", 6. Heft 1875, gegebenen Kritik über die verschiedenen pneumatischen Apparate möchte ich das Urtheil W a l d e n b u r g's über den S t ö r k'schen Schaukel-Apparat anführen. W a l d e n b u r g sagt S. 176 seines oben angeführten Werkes: „Die Art, wie S t ö r k die Druckwirkung seines Apparates beschreibt, ist leider p h y s i k a l i s c h g a n z u n h a l t b a r. Er berechnet die im Luftreservoir, wenn der Apparat halb mit Wasser gefüllt ist und ruhig hängt, enthaltene Luft auf ca. 17.500 Cm. (Diese Masse gelten von dem kleineren Apparat.) Wird nun bei offenem Ventil der Apparat möglichst tief nach der Seite des Luftreservoirs geneigt, so strömt nach S t ö r k's Schätzung so viel Luft aus, dass nur noch ein Rest von 4000 Cm. im Reservoir zurückbleibt. S t ö r k argumentirt nun weiter folgendermassen: „Wird nun bei geschlossenem Ventil der Apparat nach der entgegengesetzten Seite geneigt, so expendirt sich oben erwähntes Luftquantum von 4000 Cm. in dem Raume, den früher die 17.500 Cm. Luft eingenommen haben, mithin wird selbst in der Ruhelage des Kessels die Luft mehr als um ihr vierfaches Volumen verdünnt." Dies wäre also eine Luftverdünnung, die mehr als 4 Atmosphären negativen Druckes entspricht! Es ist unbegreiflich, wie S t ö r k in dieser Weise argumentiren konnte, zumal die Druckmessungen, die er selbst anstellte, nur Druckschwankungen bis zu 30 Mm. Hg. = ca. $^1/_{25}$ Atmosphärendruck in maximo ergaben. Ferner heisst es S. 180: „Um eine genügend hohe Druckwirkung zu erzielen, muss bei dem von S t ö r k empfohlenen System der Apparat von sehr umfänglicher Dimension sein; ein kompendiöser Apparat, wie S t ö r k ihn ursprünglich konstruiren zu wollen schien, würde ganz unbrauchbare Druckwerthe ergeben." Die Leser, welche die betreffenden Diskussionen in der k. k. Gesellschaft der Aerzte zu Wien im Jänner 1874 mit einiger Aufmerksamkeit verfolgt haben, dürfen sich noch erinnern, dass ich mich gleich bei der ersten Demonstration des S t ö r k'schen Apparates in ganz ähnlicher Weise geäussert habe, wie nunmehr W a l d e n b u r g.

hervortretend, sich hier nach 2maliger rechtwinkeliger Biegung in den Bohrungen einer in der Mitte der vorderen langen Wand angelötheten Messingplatte auslaufen, die einen Theil des für die Thätigkeit des Apparates höcht wichtigen Scheibenhahnes *e* bildet. Dieser Scheibenhahn besteht aus zwei kreisförmigen, genau aufeinander geschliffenen Messingplatten, von denen die innere an dem Apparat festgelöthet ist und die äussere sich um einen etwa 5 Ctm. langen, 1 Ctm. weiten, durchbohrten Zapfen *f* dreht. Zur Seite dieses Zapfens, den wir als mittleres Rohr oder auch als Athmungsrohr bezeichnen können, befindet sich ein zweites etwas kürzeres, ebenso weites — seitliches — Rohr *q*. — Rechts und links von dem mittleren Rohre befinden sich die Mündungen der



aus den Zylindern kommenden Röhren. Sowohl in der äusseren drehbaren als der inneren festgelötheten Scheibe sind Bohrungen derart angebracht, dass die beiden Röhren *f* und *q* je nach der Drehung der Scheibe, mit dem einen oder anderen Zylinder kommuniziren, und zwar kommunizirt das mittlere Rohr *f* stets mit jener Glocke, welcher es zugewendet ist, das seitliche Rohr *q* mit jener Glocke, welcher es durch die Drehung näher gebracht wird. Die Drehung selbst wird am besten durch Anfassen und Anziehen des hervorstehenden seitlichen Rohres bewerkstelligt.

Auf dem mittleren Rohre *f* ist ein Gummischlauch *r* von etwa 75 Ctm. Länge und 1 Ctm. Weite angebracht, der an seinem vorderen

Ende mit einem ähnlichen Schieberventil nebst Mundstück und Gesichtsmaske versehen ist, wie ich solches bei meinem ersten Respirations-Apparate beschrieben habe.

Die beiden Zylinder sind durch Schnüre *g*, welche über je 2 an den Breitenseiten des äusseren Gefässes angebrachten Rollen *h* laufen, derart mit einander verbunden, dass sie sich stets das Gleichgewicht halten, in Folge dessen der eine jedesmal um so viel steigen muss, um wie viel der andere sinkt und umgekehrt, so dass der eine der beiden Zylinder immer den höchsten Stand erreicht, wenn der andere am tiefsten steht. Durch Leitstangen *i*, welche an der Seite der Zylinder angebracht sind, werden diese beim Auf- und Niedersteigen unterstützt.

An der hinteren Seite des Apparates befindet sich eine Kurbel *k*, mit deren Hilfe zwei daselbst angebrachte Eisenstangen *l*, die an ihrem oberen Ende eine Schale *m* zur Aufnahme der Gewichte *n* tragen, nicht allein mit Leichtigkeit auf und nieder bewegt, sondern auch die Schale sammt den Gewichten ohne jede Schwierigkeit auf den einen oder den anderen Zylinder gebracht werden kann. Die Schale, welche zur Aufnahme der Gewichte bestimmt ist, besteht aus einer etwa $2^1/_2$ Ctm. dicken, 5 Kilo schweren ringförmigen Eisenplatte, die in der Mitte durchbohrt ist und an der Seite einen Henkel besitzt. Die Ringform der Schale war nothwendig, damit diese auf die Kuppel, beziehungsweise auf die Zylinder gut passe. Aus demselben Grunde liess ich auch den übrigen bei dem Apparat zu verwendenden Gewichten die Form von ringförmigen Platten geben; sie sind aus Gusseisen und haben ein Gewicht von 1—5 Kilo. — Das scheinbar grosse Gewicht der Schale selbst bietet den Vortheil, dass für Fälle, wo keine allzu grosse Belastung erwünscht ist, die Schale allein eine genügende Kompression auszuüben im Stande ist und weitere Gewichte gar nicht nothwendig werden.

Dies sind die wichtigsten Bestandtheile meines neuen Respirationsapparates; einzelne minder wesentliche Details werden bei der Handhabung noch des Näheren erwähnt werden.

Bevor ich auf die Gebrauchsweise dieses Respirations-Apparates eingehe, will ich gleich hier bemerken, dass die Idee, die demselben zu Grunde liegt, wohl nicht ganz neu ist, (so wenig als bei irgend einem anderen der vielen „neuen" Apparate), und dass diese in den „Doppelapparaten" von Cube und Weil bereits einigermassen ihren Ausdruck gefunden hat. Der pneumatische Apparat von Cube ist jedoch viel zu komplizirt und nichts weniger als transportabel, jener von Weil dagegen ist nichts Anderes als die einfache Verbindung zweier Waldenburg'scher Apparate, die mit einander kommuniziren.

Mein kontinuirlich wirkender Respirations-Apparat unterscheidet sich aber wesentlich, und wie ich glaube nicht unvortheilhaft, von den beiden genannten, wenn er auch theilweise auf einem ähnlichen Prinzipe, wie jene, beruht.

Die Handhabung des Apparates ist die folgende:

Nachdem die beiden Zylinder durch die über die Rollen laufenden Schnüre derart in Verbindung gesetzt sind, dass der eine derselben den Boden des Behälters, der andere seinen höchsten Stand erreicht hat, wobei dieser jenen um 65 Ctm. überragt, wird das äussere ovale

Gefäss mit Wasser gefüllt, u. z. um beim Gebrauche des Apparates dem Eintreten des Wassers in die Luftröhren der Zylinder vorzubeugen, blos etwas über 65 Ctm. hoch, so dass der obenstehende Zylinder mit seinem unteren Ende die Wasserfläche nur gewissermassen streift.

Nun werden die beiden am Fusse des Wasserbehälters angebrachten Hähne *o*, die beim Einfüllen des Apparates offen waren, geschlossen, sodann wird die Schale mittelst der Kurbel hinaufgehoben und mittelst einer leichten Drehung auf den einen der beiden Zylinder gelegt. Der Zylinder *B*, auf welchen die Schale gelegt wurde, wird nun entsprechend der Schwere derselben sinken, gleichzeitig wird aber auch der andere Zylinder *C* um ebenso viel in die Höhe steigen, dadurch wird in der Glocke *B* die Luft verdichtet, in der Glocke c die Luft verdünnt werden. Wir haben somit in der einen Glocke verdichtete und in der anderen verdünnte Luft. Ein mittelst des Scheibenhahnes auch mit den Glocken kommunizirender Manometer *p* zeigt den Grad der Verdichtung, beziehungsweise der Verdünnung der Luft an.

Wie schon früher erwähnt, kommunizirt das den Athmungsschlauch tragende mittlere Rohr, je nach der Stellung der beweglichen Scheibe, mit dem einen oder andern Zylinder. Es kann somit ganz nach Bedarf verdichtete oder verdünnte Luft zum Athmen benutzt werden.

Ist z. B., wie in der beigegebenen Zeichnung, das seitliche Rohr *q* der oben befindlichen, die Gewichte tragenden und somit verdichtete Luft enthaltenden Glocke *B* zugekehrt, so kommunizirt das Athmungsrohr mit der andern, unten befindlichen, verdünnte Luft enthaltenden Glocke *C*. Bei dieser Position wird der Apparat zum Ausathmen in verdünnte Luft angewandt.

Drehen wir jetzt den Scheibenhahn um 180°, so wird das seitliche Rohr der verdünnte Luft enthaltenden Glocke *C* näher gestellt, das mittlere Rohr der verdichtete Luft einschliessenden Glocke *B* zugekehrt, und somit kommunizirt der Athmungsschlauch mit der verdichteten Luft. Bei dieser Position wird der Apparat zum Einathmen verdichteter Luft angewandt.

Durch eine Drehung des Scheibenhahnes um 90°, wodurch das seitliche Rohr nach oben zu stehen kommt, wird die Kommunikation mit den Zylindern ganz aufgehoben und nur eine solche mit dem Manometer hergestellt, in welchem Momente der Apparat zugleich als Pneumatometer benützt werden kann.

Der Grad der Verdichtung, beziehungsweise Verdünnung der Luft, lässt sich in derselben leichten Weise berechnen, wie bei meinem ersten Apparate, und da ich für die Zylinder auch dieselben Dimensionen (25,25 Ctm. im Durchmesser) beibehalten habe, so verweise ich hier nur auf das dort Gesagte. Im Uebrigen enthebt uns der Manometer gewissermassen auch noch der Mühe der Berechnung.

Der Apparat wird in folgender Weise angewandt:

Nachdem das äussere Gefäss *A* bis zur früher angegebenen Höhe mit Wasser gefüllt ist und die beiden Zylinder *B* und *C* in der oben beschriebenen Art in Stand gesetzt sind, wird die Schale *m* mit den nothwendigen Gewichten *n* auf den oben befindlichen Zylinder *B* gelegt, und sodann, wenn dies nicht schon früher geschehen ist, der Scheiben-

hahn *c* richtig gestellt, d. h. das mittlere Rohr jener Glocke zugewendet, welche zum Athmen gebraucht werden soll. ²)

Wollen wir den Kranken verdichtete Luft einathmen lassen, so wird der Scheibenhahn so gedreht, dass das mittlere Rohr *f* der oben befindlichen mit Gewichten belasteten Glocke zugewendet erscheint, (also nicht wie in der voranstehenden Zeichnung, wo das mittlere Rohr mit der verdünnten Luft kommunizirt), während das seitliche Rohr *q* der unten befindlichen Glocke zugekehrt ist. — Nun nimmt der Patient, der vor dem Apparate sitzen oder stehen kann, das Mundstück des Athmungsschlauches *r* in den Mund oder aber hält die Maske möglichst luftdicht über Mund und Nase und athmet, nachdem er den Schieber *s* mittelst Fingerdruckes niedergedrückt hat, möglichst tief ein, wobei die komprimirte Luft mit einem der Belastung der Glocke entsprechenden Drucke in die Luftwege eindringt. Beim darauf folgenden Ausathmen in die umgebende Atmosphäre kann sodann jedesmal Mundstück und Maske entfernt werden, oder aber durch Auslassen des Schiebers, wobei dieser von selbst in die Höhe schnellt, die Kommunikation der Athmungsorgane mit der umgebenden Atmosphäre bewerkstelligt werden. Indem jedoch die Kranken nur selten geschickt genug sind, letzteres gut zu treffen, ist erstere Prozedur vorzuziehen, d. h. nur während des Einathmens aus der Glocke Mundstück oder Maske zu benützen, diese beiden jedoch beim Ausathmen in die umgebende Atmosphäre zu entfernen. Die Konstruktion des Schieberventils, sowie die Art und Weise, wie Mundstück und Gesichtsmaske verwendet, und welche Vorsichtsmassregeln gebraucht werden, darf ich, nach dem früher Gesagten, bei den Lesern als bekannt voraussetzen.

Indem die komprimirte Luft mit jedem Athemzuge mit dem der Belastung der Glocke entsprechenden Drucke in die Lungen eintritt, sinkt selbstverständlich die Glocke entsprechend der Menge der ausgetretenen Luft. Aber in demselben Masse, wie die obere Glocke sinkt, muss in Folge ihrer Verbindung die untere Glocke steigen, indem sie zugleich mittelst des seitlichen Rohres Luft aus der umgebenden Atmosphäre einsaugt, so dass die Glocke *C* in dem Momente den höchsten Stand erreicht, wo die Glocke *B* auf dem Boden des Behälters angelangt ist. Dazu reichen durchschnittlich 10—20 Athemzüge aus.

Ist nun die Glocke *B* unten, die Glocke *C* oben angelangt, so wird der Scheibenhahn um 180 Grad gedreht, dadurch kommunizirt jetzt das mittlere Rohr abermals mit der oben befindlichen, das seitliche Rohr mit der unten befindlichen Glocke, und nun wird mittelst der Kurbel *k* die Schale mit den Gewichten auf die obere Glocke gelegt und kann der Patient jetzt aus dieser wieder verdichtete Luft einathmen, bis abermals diese Glocke auf den Boden gesunken und die andere in die Höhe gekommen, worauf die frühere Prozedur wiederholt wird, so oft es eben der Arzt für nothwendig hält. Das Drehen des Scheibenhahnes und das Hinauf- und Hinüberlegen der Schale mit den Gewichten von einem auf den anderen Zylinder kann bei nur einiger

²) Es sei gleich hier bemerkt, dass die Glocken, nachdem sie einmal mittelst der Schnüre und Rollen in Ordnung, d. h. in die Gleichgewichtslage gebracht wurden, immer in dieser Stellung verbleiben; dagegen ist es zweckmässig, das Wasser im Behälter öfter zu erneuern. Zum Entleeren des Wassers ist an der Seite des äusseren Gefässes ein Hahn *u* angebracht.

Uebung mit grosser Leichtigkeit vollführt werden. Es ist hiebei zweckmässig, während die Kurbel mit der rechten Hand gedreht wird, mit der linken Hand den Henkel der Schale zu fassen, damit einerseits die Stangen durch die Last der Gewichte nicht verbogen, andererseits die Schale, sobald sie oben angelangt, mit Leichtigkeit auf den Zylinder hinüber gedreht werden kann.

Wollen wir unseren Kranken in verdünnte Luft ausathmen lassen, so wird der Scheibenhahn so gestellt, dass das mittlere Rohr *f* dem unten befindlichen, verdünnte Luft enthaltenden Zylinder zugekehrt ist, während jetzt das seitliche Rohr *q* mit dem oben befindlichen Zylinder kommunizirt — genau wie in der voranstehenden Zeichnung. Nun nimmt der Patient, ähnlich wie früher angegeben, das Mundstück *v* des Athmungsschlauches *r* in den Mund oder legt die Maske *t* vor Mund und Nase möglichst luftdicht an und athmet, nachdem er den Schieber *s* mittelst Fingerdruckes niedergedrückt hat, thunlichst kräftig aus; beim darauffolgenden Einathmen kann sodann jedesmal Mundstück und Maske entfernt werden, oder aber durch Auslassen des Schiebers — wobei dieser von selbst in die Höhe schnellt — die Kommunikation der Athmungsorgane mit der umgebenden Atmosphäre bewerkstelligt werden. Auch hier ist es zweckmässiger, Mundstück und Maske nur während des Ausathmens in die verdünnte Luft der Glocke zu benützen, dagegen diese beim Einathmen aus der Atmosphäre wieder zu entfernen.

Bei jedesmaligem Ausathmen in die verdünnte Luft der Glocke *C* wird diese die Luft aus der Lunge des Kranken entsprechend dem Grade der Verdünnung ansaugen. Dabei steigt selbstverständlich die Glocke entsprechend der Menge der ausgeathmeten Luft in die Höhe; aber in demselben Masse, wie die Glocke *C* steigt, wird die Glocke *B* sinken, indem zugleich die Luft durch das seitliche Rohr entweicht, so dass die Glocke *B* in demselben Momente am Boden des äusseren Gefässes anlangt, wo *C* den höchsten Stand erreicht hat. 5—10 Exspirationen reichen dazu gewöhnlich aus. Ist die Glocke *B* nun unten, die Glocke *C* oben, so wird der Scheibenhahn um 180 Grad gedreht, in Folge dessen kommunizirt jetzt abermals der unten befindliche Zylinder mit dem mittleren Rohr, der oben befindliche mit dem seitlichen Rohr, und nun wird mittelst der Kurbel die Schale mit den Gewichten auf die obere Glocke gelegt und der Patient kann jetzt wieder in die verdünnte Luft ausathmen u. s. w. u. s. w.

Wollen wir den Kranken jedesmal, nachdem er eine Glocke voll verdichteter Luft eingeathmet hat, sogleich in verdünnte Luft ausathmen lassen, brauchen wir nur, sobald der Zylinder unten angelangt, die Gewichte von hier weg auf den anderen Zylinder zu legen; der Scheibenhahn darf in diesem Falle selbstverständlich nicht gedreht werden, da ja jetzt in dieselbe Glocke exspirirt wird, aus welcher soeben verdichtete Luft inspirirt wurde. — Dass aber ohne Wechsel des Scheibenhahnes nicht aus derselben Glocke inspirirt werden darf, in welche früher exspirirt wurde, braucht wohl nicht besonders betont zu werden.

Aus dieser, wenn vielleicht auch etwas minutiösen, aber für das richtige Verständniss durchaus nicht zu weitläufigen Beschreibung dürfte die Handhabung des Apparates wohl den Lesern klar genug geworden sein, dass ich die mannigfachen Kombinationen, die hier möglich sind, nicht erst auseinander zu setzen brauche. Man hat sich nur immer vor

Augen zu halten, dass die beiden Röhren *f* und *g* mit jenen Zylindern kommunizirен, denen sie zugewendet erscheinen, und dass bei der Anwendung eines Athmungsschlauches das mittlere Rohr es ist, wo jener angebracht wird und welcher somit das eigentliche Athmungsrohr des Apparates bildet.

Anders verhält sich die Sache, wenn man nach jedem Athemzuge verdichteter Luft jedesmal in verdünnte Luft exspiriren will. Für diesen Fall gibt man auch auf das seitliche Rohr *g* einen ähnlichen Gummischlauch, wie auf das mittlere Rohr *f* und verbindet die vorderen Oeffnungen der beiden Schläuche mit einem eigens zu diesem Zwecke konstruirten Doppelschieberventil, indem man in den einen Schlauch das Rohr *y* und in den andern das Rohr *z* einfügt. Durch das Spiel des Schiebers, indem man denselben nur bis zur Hälfte oder ganz hinabdrückt, kann man mittelst des Mundstückes *v—w* mit jeder Inspiration aus der oben befindlichen Glocke verdichtete Luft einathmen, und mit jeder Exspiration in die verdünnte Luft der unteren Glocke ausathmen.

Nach meiner diesbezüglichen Erfahrung wird jedoch dieses Doppelschieberventil von den wenigsten Kranken richtig gebraucht; sehr häufig athmen sie geradezu verkehrt, indem sie verdünnte Luft ein- und in verdichtete Luft ausathmen. Aus diesem Grunde und noch weit mehr, weil ich mich wiederholt überzeugt habe, dass diese kombinirte Methode nicht nur überflüssig, sondern in vielen Fällen geradezu nachtheilig ist, indem die Kranken solche grosse Druckschwankungen in der Lunge selten gut vertragen, bin ich von der Anwendung dieser Methode, d. h. von der Einathmung verdichteter Luft mit gleich darauf folgender Ausathmung in verdünnte Luft, ganz abgegangen, und wende immer nur die früher beschriebene Methode an.

Der Grad der Verdichtung und Verdünnung der Luft in den beiden Glocken, sowie die Menge der ein- und ausgeathmeten Luft, lässt sich in sehr einfacher Weise berechnen.

Der Durchmesser der Zylinder in meinem Apparate ist, wie früher erwähnt, 25,25 Ctm.; hieraus ergibt sich zunächst, dass die Oberfläche derselben nach der bekannten Formel $r^2\pi$ ($= 12{,}625 \times 12{,}625 \times 3.14 = 500{,}486$) in runder Summe 500 Ctm. macht. Jeder Centimeter, um den die Glocke steigt oder sinkt, wird somit einer $\pm$ Luftmenge von 500 CCtm. entsprechen. Nachdem weiters das Gewicht einer Atmosphäre auf einen Quadrat-Ctm. sich mit 1033 Gramm beziffert, so gibt dies bei einer Oberfläche von 500 Ctm. ($= 1033 \times 500 = 516$) rund 500 Kilo. Es wird somit jeder Kilo Belastung $^1/_{500}$ Atmosphärendruck erzeugen. Indem die Schale selbst, wie früher angegeben, 5 Kilo wiegt, erzeugt schon diese allein einen Ueberdruck von $^1/_{100}$ Atmosphäre, gleich 7,6 Meter Quecksilber; jede weitere Platte wird, entsprechend ihrer Schwere, den Druck in der Glocke vermehren. — Da sich die beiden Glocken das Gleichgewicht halten, wird die nicht beschwerte jedesmal um so viel steigen, wie die andere durch die Belastung sinkt, wodurch dann auch in jener die Luft stets in demselben Grade verdünnt wird, wie in der anderen verdichtet.*)

*) Den Apparat verfertigt der k. k. Hofmechaniker W. J. Hauck in Wien (IV., Kettenbrückengasse 20) und liefert denselben um den Preis von 75 fl. ö. W. = 150 Rmrk.

Gottlieb Gistel & Comp., Wien, Stadt, Augustinerstrasse 12.